



JPW

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: Bruno GHYSELEN et al.

Confirmation No.: 2668

Application No.: 10/726,039

Group Art Unit: 2818

Filing Date: December 1, 2003

Examiner: Dung Anh Le

For: RECYCLING OF A WAFER COMPRISING A
BUFFER LAYER AFTER HAVING
SEPARATED A THIN LAYER THEREFROM
BY MECHANICAL MEANS

Attorney Docket No.: 4717-8600

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop Issue Fee

Commissioner for Patents

P.O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicants have claimed priority under 35 U.S.C. § 119 of French Application No. 0210588 filed August 26, 2002. In support of this claim, a certified copy of said application is submitted herewith.

No fee or certification is believed to be due for this submission. Should any fees be required, however, please charge such fees to Winston & Strawn LLP Deposit Account No. 50-1814.

Respectfully submitted,

12/21/05

Date

Allan A. Fanucci

(Reg. No. 30,256)

WINSTON & STRAWN LLP

Customer No. 28765

212-294-3311

THIS PAGE BLANK (USPTO)



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 10 SEP. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

CERTIFIED COPY
PRIORITY D

Martine PLANCHE

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (00110)

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 010501

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE

26 AOUT 2002

LIEU

75 INPI PARIS B

N° D'ENREGISTREMENT

0210588

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE

PAR L'INPI

26 AOUT 2002

Vos références pour ce dossier

(facultatif) 240009 D20566 OC

1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

Cabinet REGIMBEAU
20, rue de Chazelles
75847 PARIS CEDEX 17
FRANCE

Confirmation d'un dépôt par télécopie

☐ N° attribué par l'INPI à la télécopie

2 NATURE DE LA DEMANDE

Cochez l'une des 4 cases suivantes

Demande de brevet

☒

Demande de certificat d'utilité

☐

Demande divisionnaire

☐

Demande de brevet initiale

N°

Date

ou demande de certificat d'utilité initiale

N°

Date

Transformation d'une demande de

☐

brevet européen Demande de brevet initiale

N°

Date

3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

RECYCLAGE MECANIQUE D'UNE PLAQUETTE COMPRENANT UNE COUCHE TAMPON, APRES Y AVOIR
PRELEVE UNE COUCHE MINCE

4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

☐ S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

☒ Personne morale

☐ Personne physique

Nom
ou dénomination sociale

S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES

Prénoms

Forme juridique

SOCIETE ANONYME

N° SIREN

384711909

Code APE-NAF

Domicile

Rue

Parc Technologique des Fontaines - Chemin des Franques, 38190

ou
siège

Code postal et ville

BERNIN

Pays

FRANCE

Nationalité

Française

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

☐ S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

Remplir impérativement la 2^{ème} page

REMISE DES PIÈCES DATE LIEU N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI 26 AOUT 2002 75 INPI PARIS B 0210588	D6 540 W : 010501
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i> 240009 OC			
3 MANDATAIRE Nom Prénom Cabinet ou Société N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel Adresse Rue Code postal et ville Pays N° de téléphone <i>(facultatif)</i> N° de télécopie <i>(facultatif)</i> Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		Cabinet REGIMBEAU 20, rue de Chazelles 75847 PARIS CEDEX 17 01 44 29 35 00 01 44 29 35 99 info@regimbeau.fr	
7 INVENTEUR(S) Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	
8 RAPPORT DE RECHERCHE Établissement immédiat ou établissement différé		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation) <input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé	
Paiement échelonné de la redevance <i>(en deux versements)</i>		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI C. TRAN	

La présente invention concerne le recyclage d'une plaquette donneuse comprenant une couche tampon après transfert d'une couche mince en matériau semiconducteur de la plaquette donneuse vers un substrat récepteur.

On entend généralement par « couche tampon » une couche de transition entre
5 une première structure cristalline tel un substrat et une deuxième structure cristalline ayant comme fonction première une modification de propriétés du matériau, telles que des propriétés structurales, stoechiométriques ou une recombinaison atomique en surface.

Dans un cas particulier de couche tampon, cette dernière peut permettre
10 d'obtenir une deuxième structure cristalline dont le paramètre de maille diffère sensiblement de celui du substrat.

A cet effet, la couche tampon peut avoir une composition variant graduellement en épaisseur, la variation graduelle de composants de la couche tampon étant alors directement associée à une variation graduelle de son paramètre de maille.

Elle peut aussi avoir une forme plus complexe telle qu'une variation de
15 composition à taux variable, une inversion de signe du taux ou des sauts discontinus de composition, complétée éventuellement par une couche de confinement des défauts à composition constante.

On parle alors de couche (tampon) métamorphique ou de mode de réalisation
20 métamorphique, telle une épitaxie métamorphique.

Réalisée sur la couche tampon, une couche ou une superposition de couches peut être prélevée à partir de la plaquette donneuse pour être transférée vers un substrat récepteur, afin de réaliser une structure déterminée.

Une des applications majeures d'un transfert de couches minces formées sur
25 une couche tampon concerne la formation de couches de silicium contraint.

Une couche est en matériau « contraint » en tension ou en compression si son paramètre de maille dans le plan d'interface est respectivement supérieur ou inférieur à son paramètre de maille nominal.

Sinon, une couche est dite en matériau « relaxé » si ce dernier est sensiblement
30 voisin de son paramètre de maille nominal.

Lorsqu'une couche est en silicium contraint en tension, certaines propriétés, comme la mobilité électronique du matériau, sont nettement améliorées.

D'autres matériaux, comme par exemple le SiGe, peuvent aussi faire l'objet d'un prélèvement sensiblement analogue.

5 Un transfert de telles couches sur un substrat récepteur grâce notamment à un procédé appelé Smart-cut®, et connu de l'homme du métier, permet alors de réaliser des structures telles que des structures SeOI (acronyme anglo-saxon de « Semiconductor On Insulator »).

10 Par exemple, après un prélèvement d'une couche de SiGe relaxé, la structure obtenue peut servir alors de support de croissance à du silicium.

Le paramètre de maille nominal du SiGe (dépendant du taux de germanium) étant supérieur au paramètre de maille nominal du silicium, une croissance de silicium sur le pseudo-substrat SGOI (SGOI étant un acronyme anglo-saxon de « Silicium – Germanium On Insulator) obtenu permet d'avoir la couche en silicium contraint en
15 tension.

Pour illustration, un exemple d'un tel procédé est décrit dans le document IBM de L.J. Huang et coll. (« SiGe-On-Insulator prepared by wafer bonding and layer transfer for high-performance field-effect transistors », Applied Physics Letters, 26/02/2001, vol.78, n°9) dans lequel est présenté un procédé de réalisation d'une
20 structure Si/SGOI.

D'autres applications de la croissance métamorphique sont possibles, notamment avec les semiconducteurs de la famille III-V.

Des transistors sont ainsi couramment réalisés dans les technologies à base de GaAs ou à base d'InP.

25 En terme de performance électronique, l'InP a sensiblement l'avantage sur le GaAs, en particulier une combinaison de couche d'InP et de couche de InGaAs ou de InAlAs permet de meilleures mobilités électroniques.

Cependant, la faculté de commercialiser des composants dans la filière InP est limitée face à la filière GaAs notamment en termes de coût, de disponibilité, de fragilité

mécanique et de taille des substrats massifs (le diamètre maximum pour l'InP étant typiquement de 4 pouces contre 6 pouces pour le GaAs).

Une solution à ce problème semble être trouvée en reportant sur un substrat récepteur une couche InP prélevée et obtenue par épitaxie métamorphique d'une couche
5 tampon sur un substrat GaAs.

Certains procédés de prélèvements, tel un procédé de type « etch-back », entraînent alors une destruction de la partie restante du substrat et de la couche tampon lors du prélèvement.

Certains procédés de prélèvements, comme ceux décrits dans le document IBM
10 cité précédemment ou encore dans le brevet US5882987 de la même société, le substrat est recyclé mais la couche tampon est perdue.

Or, la technique de réalisation métamorphique est complexe.

L'optimisation et la réalisation d'une telle couche tampon peuvent donc induire une mise en œuvre longue, difficile et coûteuse.

15 De plus, des contraintes internes dues aux variations de composition peuvent provoquer l'apparition d'un taux de défauts cristallins importants, tels que des dislocations et des défauts ponctuels.

Ces contraintes internes, et donc la génération de défauts, peuvent être minimisées notamment en augmentant l'épaisseur sur laquelle varie le paramètre de
20 maille.

C'est principalement pour cette raison que les couches tampon habituellement réalisées sont épaisses, d'une épaisseur typique allant de un à quelques micromètres.

Mais la contrainte économique limite certaines caractéristiques essentielles de la couche tampon, telle que son épaisseur ou qu'une certaine complexité structurale.

25 Pour toutes ces raisons entre autres, il serait judicieux d'éviter de former complètement une couche tampon après chaque recyclage du substrat.

La présente invention vise à atteindre ce but en proposant selon un premier aspect un procédé de recyclage d'une plaquette donneuse selon la revendication 1.

D'autres aspects préférés du procédé de recyclage selon l'invention sont ceux
30 donnés par les revendications 2 à 23.

mécanique et de taille des substrats massifs (le diamètre maximum pour l'InP étant typiquement de 4 pouces contre 6 pouces pour le GaAs).

Une solution à ce problème semble être trouvée en reportant sur un substrat récepteur une couche InP prélevée et obtenue par épitaxie métamorphique d'une couche
5 tampon sur un substrat GaAs.

Certains procédés de prélèvements, tel un procédé de type « etch-back », entraînent alors une destruction de la partie restante du substrat et de la couche tampon lors du prélèvement.

Certains procédés de prélèvements, comme ceux décrits dans le document IBM
10 cité précédemment ou encore dans le brevet US5882987 de la même société, le substrat est recyclé mais la couche tampon est perdue.

Or, la technique de réalisation métamorphique est complexe.

L'optimisation et la réalisation d'une telle couche tampon peuvent donc induire une mise en œuvre longue, difficile et coûteuse.

15 De plus, des contraintes internes dues aux variations de composition peuvent provoquer l'apparition d'un taux de défauts cristallins importants, tels que des dislocations et des défauts ponctuels.

Ces contraintes internes, et donc la génération de défauts, peuvent être minimisées notamment en augmentant l'épaisseur sur laquelle varie le paramètre de
20 maille.

C'est principalement pour cette raison que les couches tampon habituellement réalisées sont épaisses, d'une épaisseur typique allant de un à quelques micromètres.

Mais la contrainte économique limite certaines caractéristiques essentielles de la couche tampon, telle que son épaisseur ou qu'une certaine complexité structurelle.

25 La présente invention vise à améliorer la situation en proposant un procédé de recyclage d'une plaquette donneuse après prélèvement d'au moins une couche utile comprenant un matériau semiconducteur, la plaquette donneuse comprenant successivement un substrat, une structure tampon et, avant prélèvement, une couche utile, le procédé comprenant un enlèvement de matière concernant une partie de la
30 plaquette donneuse du côté où a eu lieu le prélèvement, caractérisé en ce que

Selon un deuxième aspect, l'invention propose un procédé de prélèvement d'une couche utile selon la revendication 24.

D'autres aspects préférés du procédé de prélèvement selon l'invention sont ceux donnés par les revendications 25 à 35.

5 Selon un troisième aspect, l'invention propose un procédé cyclique de prélèvement de couche utile selon la revendication 36.

Un aspect préféré du procédé de prélèvement cyclique selon l'invention est donné dans la revendication 37.

10 Selon un quatrième aspect, l'invention propose deux applications d'un procédé de prélèvement selon les revendications 38 et 39.

Selon un cinquième aspect, l'invention propose les plaquettes donneuses de couche mince par prélèvement données dans les revendications 40 à 53.

15 D'autres aspects, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante de mise en œuvre de procédés préférés de celle-ci, donnés à titre d'exemple non limitatif et faits en référence aux dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 représente une plaquette donneuse selon l'état de la technique.

La figure 2 représente une plaquette donneuse après prélèvement.

20 La figure 3 représente une plaquette donneuse après une première étape de recyclage.

La figure 4 représente les différentes étapes d'un procédé selon l'invention comprenant successivement un prélèvement de couche mince à partir d'une plaquette donneuse et un recyclage de la plaquette donneuse après prélèvement.

25 L'objectif principal de la présente invention consiste à recycler une plaquette comprenant une structure tampon, après qu'on ait prélevé de la plaquette au moins une couche utile afin d'intégrer cette dernière dans une structure semiconductrice, le recyclage incluant une récupération au moins partielle de la structure tampon de sorte à pouvoir être réutilisée dans un prélèvement ultérieur.

30 Le recyclage doit donc comprendre un traitement adapté pour ne pas détériorer au moins une partie de la structure tampon.

l'enlèvement de matière comprend une mise en œuvre de moyens mécaniques de sorte que, après l'enlèvement de matière, il reste au moins une partie de la structure tampon apte à être réutilisée comme au moins une partie d'une structure tampon au cours d'un prélèvement ultérieur d'une couche utile.

5 Selon un deuxième aspect, l'invention propose un procédé de prélèvement d'une couche utile sur une plaquette donneuse pour être transférée sur un substrat récepteur, caractérisé en ce qu'il comprend :

(a) un collage de la plaquette donneuse avec le substrat récepteur du côté de la couche utile à prélever ;

10 (b) un détachement de la couche utile de la plaquette donneuse ayant lieu du côté de la plaquette donneuse opposé au substrat ;

(c) un recyclage de la plaquette donneuse conformément audit procédé de recyclage.

D'autres aspects, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante de mise en œuvre de procédés préférés de celle-ci, donnés à titre d'exemple non limitatif et faits en référence aux dessins annexés
15 sur lesquels :

La figure 1 représente une plaquette donneuse selon l'état de la technique.

La figure 2 représente une plaquette donneuse après prélèvement.

La figure 3 représente une plaquette donneuse après une première étape de
20 recyclage.

La figure 4 représente les différentes étapes d'un procédé selon l'invention comprenant successivement un prélèvement de couche mince à partir d'une plaquette donneuse et un recyclage de la plaquette donneuse après prélèvement.

L'objectif principal de la présente invention consiste à recycler une plaquette
25 comprenant une structure tampon, après qu'on ait prélevé de la plaquette au moins une couche utile afin d'intégrer cette dernière dans une structure semiconductrice, le recyclage incluant une récupération au moins partielle de la structure tampon de sorte à pouvoir être réutilisée dans un prélèvement ultérieur.

Le recyclage doit donc comprendre un traitement adapté pour ne pas détériorer
30 au moins une partie de la structure tampon.

On appellera ici et de manière générale « couche utile » la partie de la plaquette donneuse étant prélevée.

On désigne par « structure tampon » toute structure se comportant comme une couche tampon.

5 De façon avantageuse, elle présente en surface une structure cristallographique sensiblement relaxée et/ou sans un nombre notable de défauts structuraux.

Une « couche tampon » telle que définie de façon la plus générale dans la présente invention concerne une couche permettant d'améliorer une qualité structurale et/ou un état de surface d'une couche sus-jacente.

10 De façon avantageuse, la couche tampon a au moins une des deux fonctions suivantes :

1. diminution de la densité de défauts dans la couche supérieure ;
2. adaptation d'un paramètre de maille entre deux structures cristallographiques de paramètres de maille différents.

15 En ce qui concerne la deuxième fonction de la couche tampon, cette dernière est une couche intermédiaire entre les deux structures, et présente aux alentours d'une de ses faces un premier paramètre de maille sensiblement identique à celui de la première structure et aux alentours de son autre face un deuxième paramètre de maille sensiblement identique à celui de la deuxième structure.

20 Dans la suite de ce document, les couches ou structures tampon décrites seront en général conformes à cette dernière couche tampon.

Mais la présente invention concerne aussi toute couche tampon ou toute structure tampon telle que définie dans ce document de façon la plus générale.

25 D'autre part, on décrira plus loin un exemple d'un procédé selon l'invention incluant un recyclage d'une plaquette donneuse d'une couche utile par prélèvement, la plaquette donneuse étant constituée au départ par un substrat support et une structure tampon.

30 En référence à la figure 1, une plaquette donneuse 10 (donneuse d'une couche mince par prélèvement) comprise dans l'état de la technique connu est constituée d'un substrat support 1 et d'une structure tampon I.

L'application que l'on fera de cette plaquette donneuse 10 dans la présente invention est celle d'un prélèvement d'une couche utile, à partir de la partie 4 de la structure tampon I et/ou d'au moins une partie d'une surcouche formée en surface de la structure tampon I (non représentée sur la figure 1), afin de l'intégrer dans une structure, telle une structure SeOI.

Le substrat support 1 de la plaquette donneuse 10 comprend au moins une couche en un matériau semiconducteur ayant un premier paramètre de maille au niveau de son interface avec la structure tampon I.

Dans une configuration particulière, le substrat support 1 est constitué du seul matériau semiconducteur ayant le premier paramètre de maille.

Dans une première configuration de la structure tampon I, cette dernière est constituée d'une couche tampon 2.

La couche tampon 2, située sur le substrat support 1, permet ici de présenter à sa surface un deuxième paramètre de maille sensiblement différent du premier paramètre de maille du substrat 1, et ainsi d'avoir dans une même plaquette donneuse 10 deux couches 1 et 4 ayant respectivement des paramètres de maille différents.

La couche tampon 2 peut permettre en outre, dans certaines applications, à la couche sus-jacente d'éviter à ce que cette dernière contienne une grande densité de défauts et/ou subisse de contraintes notables.

La couche tampon 2 peut permettre en outre, dans certaines applications, à la couche sus-jacente d'avoir un bon état de surface.

La couche tampon 2 a en général un paramètre de maille se modifiant progressivement en épaisseur pour établir la transition entre les deux paramètres de maille.

Une telle couche est généralement appelée couche métamorphique.

Cette modification progressive du paramètre de maille peut être réalisée de façon continue dans l'épaisseur de la couche tampon 2.

Ou elle peut être réalisée par « étages », chaque étage étant une couche mince avec un paramètre de maille sensiblement constant et différent de celui de l'étage sous-jacent, de sorte à modifier de façon discrète le paramètre de maille étage par étage.

Elle peut aussi avoir une forme plus complexe tel qu'une variation de composition à taux variable, une inversion de signe du taux ou des sauts discontinus de composition.

5 L'évolution du paramètre de maille dans la couche tampon 2 est avantageusement trouvée en y augmentant, à partir du substrat 1, de façon progressive la concentration d'au moins un élément atomique qui n'est pas compris dans le substrat 1.

Ainsi, par exemple, une couche tampon 2 réalisée sur un substrat 1 en matériau unitaire pourra être en matériau binaire, tertiaire, quaternaire ou plus.

10 Ainsi, par exemple, une couche tampon 2 réalisée sur un substrat 1 en matériau binaire pourra être en matériau tertiaire, quaternaire ou plus.

La couche tampon 2 est avantageusement réalisée par croissance sur le substrat support 1, par exemple par épitaxie en utilisant les techniques connues telles que les techniques CVD et MBE (abréviations respectives de « Chemical Vapor Deposition » et
15 « Molecular Beam Epitaxy »).

De manière générale, la couche tampon 2 peut être réalisée par toute autre méthode connue, afin d'obtenir par exemple une couche tampon 2 constituée d'alliage entre différents éléments atomiques.

20 Une légère étape de finition de la surface du substrat 1 sous-jacent à la couche tampon 2, par exemple par polissage CMP, peut éventuellement précéder la réalisation de la couche tampon 2.

Dans une deuxième configuration de la structure tampon I, et en référence à la figure 1, la structure tampon I est constituée d'une couche tampon 2 (sensiblement identique à celle de la première configuration) et d'une couche additionnelle 4.

25 La couche additionnelle 4 peut être entre le substrat 1 et la couche tampon 1, ou sur la couche tampon 1 tel que représenté sur la figure 1.

Dans un premier cas particulier, cette couche additionnelle 4 peut constituer une deuxième couche tampon, telle qu'une couche tampon permettant de confiner des défauts, et ainsi d'améliorer la qualité cristalline d'une couche réalisée sur la structure
30 tampon I.

Cette couche additionnelle 4 est en matériau semiconducteur ayant de préférence une composition en matériau constante.

Le choix de la composition et de l'épaisseur d'une telle couche tampon 4 à réaliser sont alors des critères particulièrement importants pour atteindre cette propriété.

5 Ainsi, par exemple, les défauts structuraux dans une couche épitaxiée diminuent habituellement de façon graduelle dans l'épaisseur de cette couche.

Dans un deuxième cas particulier, la couche additionnelle 4 est située sur la couche tampon 1 et fait fonction de couche supérieure à la couche tampon 2.

Elle peut ainsi fixer le deuxième paramètre de maille.

10 Dans un troisième cas particulier, la couche additionnelle 4 est située sur la couche tampon 1 et joue un rôle dans le prélèvement que l'on fera dans la plaquette donneuse 10, telle qu'un prélèvement à son niveau.

La couche additionnelle peut aussi avoir plusieurs fonctions, telles que des fonctions choisies parmi ces trois derniers cas particuliers.

15 Dans une configuration avantageuse, la couche additionnelle 4 est située sur la couche tampon 2 et a un deuxième paramètre de maille différent du premier paramètre de maille du substrat support 1.

Dans un cas particulier de cette dernière configuration, la couche additionnelle 4 est en matériau relaxé par la couche tampon 2, et a le deuxième paramètre de maille.

20 La couche additionnelle 4 est avantageusement réalisée par croissance sur la couche tampon 2, par exemple par épitaxie par CVD ou MBE.

Dans un premier mode de réalisation, la croissance de la couche additionnelle 4 est réalisée in situ, directement en continuation de la formation de la couche tampon 2 sous-jacente, cette dernière étant aussi dans ce cas avantageusement formée par
25 croissance de couche.

Dans un deuxième mode de réalisation, la croissance de la couche additionnelle 4 est réalisée après une légère étape de finition de surface de la couche tampon 2 sous-jacente, par exemple par polissage CMP, traitement thermique ou autre technique de lissage.

Le prélèvement d'une couche utile à partir de la plaquette donneuse 10 est mis en œuvre selon un des trois modes principaux suivants :

- La couche utile à prélever est une partie de la couche additionnelle 4.
- La couche utile à prélever est une partie d'une surcouche (non représentée sur la figure 1) que l'on a auparavant formée sur la structure tampon I, par exemple par épitaxie précédée éventuellement d'une finition de la surface de la structure tampon I.

La plaquette donneuse 10 fait alors fonction de substrat à la croissance de la surcouche.

Cette dernière peut comprendre une ou plusieurs couches minces selon le mode de prélèvement que l'on souhaite effectuer.

De plus, elle a avantageusement un paramètre de maille sensiblement identique à celui du matériau relaxé de la face libre de la structure tampon I, telle qu'une couche d'un matériau identique, ou un autre matériau qui aurait toute ou partie de sa structure cristallographique contrainte en tension ou en compression, ou la combinaison de ces deux types de matériaux.

Dans un mode de réalisation particulier de la plaquette donneuse 10, une ou plusieurs couches intermédiaires sont en outre intercalées entre la structure tampon I et la surcouche. Dans ce cas, cette ou ces couches intermédiaires ne sont pas prélevées.

- La couche utile à prélever est une partie de la couche additionnelle 4 et une surcouche (formée de façon sensiblement identique à celle décrite dans le deuxième mode de prélèvement).

Quelque soit le mode prélèvement choisi, et en référence à la figure 2, il apparaît, après prélèvement et dans la plupart des cas, des parties saillantes 7a et/ou rugueuses 7b au niveau de la surface de prélèvement de la plaquette donneuse 10 restante.

Cette surface de prélèvement « en relief » appartient à une couche post-prélèvement 7 située au-dessus de la couche tampon 2.

Cette couche post-prélèvement 7 est constituée de toute ou partie de la couche 4, éventuellement d'une ou plusieurs couches intermédiaires et éventuellement d'une

partie d'une surcouche selon le mode de prélèvement choisi parmi les trois modes de prélèvement précédemment discutés.

Les parties en relief 7a et 7b apparues en surface de la couche post-prélèvement 7 dépendent principalement de la façon de prélever et de la technique mise en œuvre lors du prélèvement.

▪ Ainsi, par exemple, une façon de prélever couramment employée en industrie consiste à prélever la couche utile non pas sur toute la surface de la plaquette donneuse 10, mais seulement sur une partie de cette dernière (qui est généralement une partie sensiblement centrée) laissant sur la surface de la plaquette donneuse 10 des parties saillantes, telles que celles référencées 7a. Ces parties saillantes sont généralement monoblocs et situées en périphérie de la surface de la plaquette donneuse 10, l'ensemble des parties saillantes étant alors appelé dans le métier « couronne de prélèvement ».

▪ Ainsi, par exemple, des techniques connues de prélèvement, comme par exemple celles que nous étudierons d'avantage et plus loin dans ce document, telle la technique Smart-cut® déjà évoquée, provoquent quelquefois des rugosités de surface telles que celles référencées 7b au niveau de la surface de prélèvement.

Une fois le prélèvement effectué, un recyclage selon l'invention est mis en œuvre pour restaurer la plaquette donneuse 10.

Une première étape d'un recyclage selon la présente invention consiste à enlever au moins les parties en relief 7a et 7b (représentées sur la figure 2).

Cet enlèvement de matière selon l'invention est mis en œuvre de sorte que, après l'enlèvement, il reste au moins une partie de la structure tampon I réutilisable au cours d'un prélèvement ultérieur d'une nouvelle couche utile.

La partie restante de la structure tampon I après enlèvement de matière est ainsi recyclée, contrairement aux recyclages connus de l'état de la technique.

L'enlèvement de matière comprend la mise en œuvre par des moyens mécaniques d'attaque de matière tels un polissage ou un rodage.

Une technique de polissage couramment employée consiste à disposer une plaquette donneuse 10 entre une tête de polissage et un plateau de polissage pouvant tourner autour d'un arbre d'entraînement.

Les surfaces principales respectives de la tête de polissage et du plateau de polissage sont sensiblement parallèles.

Une force appliquée sur la tête de polissage plaque la plaquette donneuse 10 contre la face supérieure du plateau.

Le mouvement de rotation de la plaquette donneuse 10 par rapport au plateau provoque alors des frottements sur une face de la plaquette donneuse 10, et polit donc cette face.

Dans un mode préférentiel, la tête de polissage, accompagnée de la plaquette donneuse 10, se déplace sur la surface supérieure du plateau de polissage selon un parcours déterminé afin d'homogénéiser au mieux le polissage. Ce mouvement peut être par exemple un mouvement de translation en va-et-vient le long d'un axe déterminé ou un mouvement hélicoïdal.

Le plateau de polissage est avantageusement revêtu d'un matériau texturé ou tissu.

Une solution de polissage permettant de lubrifier les actions de frottements du plateau sur la plaquette donneuse peut être avantageusement injectées.

Un nettoyage post-polissage de la surface de la plaquette, généralement avec de l'eau dé-ionisée que l'on injecte, peut suivre le polissage.

Un rinçage post-polissage peut être mis en œuvre entre le polissage et le nettoyage, généralement avec une solution comprenant un tensioactif adapté que l'on injecte. Un tensioactif a pour fonction première de disperser au maximum les particules résiduelles dans la solution de rinçage, qui peuvent continuer à éroder la surface de la tranche, et de diminuer ainsi leur déposition sur la surface, et permettre leur évacuation.

Une ou plusieurs de ces solutions sont avantageusement injectées de sorte à humidifier le tissu recouvrant le plateau qui répartit ainsi au mieux la solution sur toute la surface de la plaquette donneuse 10.

Dans un premier mode de réalisation des plateaux, lesdites fonctions de plateaux de polissage, de rinçage et de nettoyage ne sont remplies que par un seul plateau.

5 Mais pour améliorer la productivité de l'ensemble du procédé, on préférera des dispositifs à plusieurs plateaux :

Dans un deuxième mode de réalisation des plateaux, la fonction de polissage est remplie par un plateau de polissage et les fonctions de rinçage et de nettoyage sont remplies par un seul plateau dit de rinçage/nettoyage. Ce mode de réalisation qui découple le polissage du rinçage/nettoyage améliore la qualité du rinçage en utilisant
10 pour le rinçage un plateau « vierge » de tous résidus particuliers pouvant rester accrochés à un plateau.

Dans un troisième mode de réalisation des plateaux, le plateau de polissage, le plateau de rinçage et le plateau de nettoyage sont des plateaux distincts. Ce mode de réalisation découple, par rapport au deuxième mode de réalisation, le rinçage du
15 nettoyage et améliore ainsi la propreté finale de la surface de la tranche en utilisant pour le nettoyage un plateau vierge de tous résidus particuliers pouvant rester accrochés à un plateau de rinçage.

En addition au polissage, on peut faire intervenir des particules abrasives, telles des particules de silice, pour améliorer l'attaque de la matière.

20 En addition au polissage, on peut faire intervenir des agents chimiques afin d'accompagner l'attaque mécanique mise en œuvre par le plateau de polissage par une attaque chimique.

Dans un mode de mise en œuvre avantageux de l'enlèvement de matière de la plaquette donneuse 10, on réalise une planarisation mécano-chimique, encore appelée
25 CMP, dont le principe est de mettre en présence la surface de polissage du plateau de polissage et un fluide de polissage comprenant des particules abrasives et un agent d'attaque chimique.

En addition au polissage mécanique, le fluide de polissage met alors en œuvre conjointement une gravure chimique au moyen de l'agent d'attaque et une gravure

mécanique au moyen des particules abrasives, de la surface à polir de la plaquette donneuse 10.

L'enlèvement de matière peut être là encore suivi par un rinçage et/ou un nettoyage de la surface polie de la plaquette donneuse 10.

5 A noter que le rinçage peut dans certains cas agir, non seulement sur un enlèvement plus rapide des particules résiduelles et abrasives du polissage, mais aussi sur l'action chimique du polissage.

En effet, si l'agent d'attaque chimique utilisé lors du polissage a un pH basique, en ajoutant à la solution de polissage un agent tensioactif, généralement acide, on
10 favorise un arrêt rapide de l'action chimique de la solution de polissage.

Pour certains matériaux semiconducteurs, tel le silicium, l'action chimique est prépondérante sur l'action mécanique (les particules abrasives mises en œuvre lors du polissage de la surface de tels matériaux semiconducteurs étant de petite taille).

Un tel rinçage avec un tensioactif acide permet donc, et notamment pour les
15 matériaux cités dans le dernier paragraphe, d'arrêter significativement l'action du polissage et de contrôler son effet sur la tranché. De la sorte, l'épaisseur post-polissage est ainsi garantie et reproductible.

On peut obtenir ainsi un contrôle de l'arrêt du polissage, et donc un contrôle plus précis de l'épaisseur enlevée.

20 Il sera en outre préféré une injection progressive de la solution de rinçage : une injection trop rapide entraînerait une diminution rapide de la valeur du pH de la solution de polissage et peut avoir dans certains cas de matériaux semiconducteurs, tel le silicium, pour conséquence d'augmenter la taille des particules abrasives par agglomération et donc de s'exposer à des dommages d'abrasion causés par ces
25 agglomérats de particules plus volumineux.

Un exemple d'application de mise en œuvre d'une planarisation d'une couche est présentée ici dans le cas où la couche à planariser comprend au moins en partie du silicium.

La solution adaptée au polissage du silicium est généralement une solution basique ayant un pH compris entre 7 et 10, et de préférence entre 8 et 10, l'agent chimique étant alors préférentiellement une base azotée telle que l'ammoniaque.

Les particules abrasives sont préférentiellement des molécules de silice, avec
5 des tailles de l'ordre du dixième de micron.

Si on décide de rincer, on utilisera un tensioactif ayant un pH préférentiellement entre 3 et 5, voire autour de 4 avec une CMC (abréviation de « Concentration Micellaire Critique ») avoisinant 0,1 % ou moins.

Le temps de l'étape de rinçage sera avantageusement de l'ordre de 50 % du
10 temps de polissage.

Ces moyens mécaniques ou mécano-chimiques sont particulièrement avantageux dans le cadre de l'invention pour contrôler la quantité de matière enlevée de sorte à permettre de conserver au moins une partie de la structure tampon 1.

Mais de façon générale, l'enlèvement de matière de la plaquette donneuse
15 peut comprendre la mise en œuvre de tous moyens mécaniques d'attaque de matière, tels que par exemple un rodage ou un bombardement d'espèces atomiques.

Cet enlèvement de matière peut éventuellement être précédé d'un traitement thermique permettant de lisser d'avantage les surfaces à retirer.

On met donc en œuvre un des enlèvements de matière suivants :

- 20 (a) enlèvement d'une partie de la couche post-prélèvement 7 comprenant au moins les parties en relief 7a et 7b ; ou
(b) enlèvement de toute la couche post-prélèvement 7 ; ou
(c) enlèvement de toute la couche post-prélèvement 7 et d'une partie de la couche tampon 2.

25 Si la couche post-prélèvement 7 comprend une partie d'une surcouche d'origine, l'enlèvement de matière (a) comprend alors préférentiellement le retrait total de cette partie de surcouche.

En référence à la figure 3, la partie de la structure tampon d'origine qui reste après l'enlèvement de matière est référencée I'.

Elle est constituée de :

- toute la structure tampon I d'origine dans le cas où on a mis en œuvre l'enlèvement de matière (a) et que celui-ci ne comprenait le retrait d'aucune partie de la couche additionnelle 4 ; ou
- la couche tampon 2 et une partie de la couche additionnelle 4 dans le cas où on a mis en œuvre l'enlèvement de matière (a) et que celui-ci comprenait le retrait partiel de la couche additionnelle 4 ; ou
- la couche tampon 2 dans le cas où on a mis en œuvre l'enlèvement de matière (b) ; ou
- une partie de la couche tampon 2 dans le cas où on a mis en œuvre l'enlèvement de matière (c).

Une deuxième étape de recyclage comprend, après la première étape de recyclage concernant l'enlèvement de matière, la reformation d'au moins une partie des couches retirées lors de la première étape.

On préférera d'abord et dans certains cas mettre en œuvre une finition de l'état de la surface de la plaquette donneuse 10 au niveau de laquelle a eu lieu l'enlèvement de matière mis en œuvre lors de la première étape du recyclage, de sorte à retirer toute rugosité ayant pu apparaître lors de l'enlèvement de matière.

A cet effet, on mettra en œuvre par exemple un traitement thermique.

La deuxième étape comprend ensuite la restauration de la structure tampon I à partir de la structure tampon I' restante, au cas où une partie de la structure tampon I d'origine a été enlevée lors de la première étape de recyclage.

De manière avantageuse, la restauration de la structure tampon I est telle que, une fois formée, cette dernière soit sensiblement identique à la structure tampon I d'origine.

Cependant, dans un cas de réalisation particulier, on pourra modifier légèrement certains paramètres de réalisation pour obtenir une structure tampon I légèrement

différente de celle d'origine. On modifiera légèrement, par exemple, des concentrations de certains composés dans un matériau.

La restauration de la structure tampon I comprend la reformation de la partie enlevée de la couche tampon 2 dans le cas où une partie de la couche tampon 2
5 d'origine a été amputée lors de la première étape de recyclage.

La restauration de la structure tampon I comprend la restauration de toute ou partie de la couche additionnelle 4 dans le cas où toute ou partie de la couche additionnelle 4 d'origine a été amputée lors de la première étape de recyclage.

On pourra dans ce cas réaliser une couche additionnelle 4 d'épaisseur
10 sensiblement identique ou sensiblement différente de celle d'origine.

Une fois la structure tampon I restaurée, on peut éventuellement former au-dessus une surcouche, qui comprendra au moins en partie une nouvelle couche utile à prélever, avec éventuellement une ou plusieurs couches intermédiaires entre la structure tampon I et la surcouche.

15 Les formations de couches éventuellement mises en œuvre lors de cette deuxième étape de recyclage sont avantageusement réalisées par croissance de couche sur leurs couches sous-jacentes respectives, par exemple par épitaxie par CVD ou MBE.

Dans un premier cas, la croissance d'au moins une de ces couches I et 5 est réalisée in situ, directement en continuation de la formation du support de croissance sous-jacent, ce dernier étant aussi dans ce cas avantageusement formé par croissance de
20 couche.

Dans un deuxième cas, la croissance d'au moins une de ces couches est réalisée après une légère étape de finition de surface du support de croissance sous-jacent, par exemple par polissage CMP, traitement thermique ou autre technique de lissage.

25 On obtient ainsi au final une plaquette donneuse 10 sensiblement identique à celle d'origine, c'est à dire de la plaquette donneuse 10 représentée sur la figure 1, à l'exception de modifications souhaitées et effectuées par l'homme de l'art.

La plaquette donneuse 10 ainsi obtenue comprend au moins une partie de la structure tampon I d'origine, et donc au moins une partie de la couche tampon 2

d'origine, ce qui permet d'éviter sa reformation complète, longue et coûteuse, comme c'était le cas dans les procédés de recyclage connus.

En référence aux figures 4a à 4f, sont représentées les différentes étapes d'un procédé de prélèvement de couche mince et de recyclage d'une plaquette donneuse 10 après prélèvement selon l'invention, qui met en œuvre une plaquette donneuse 10 avec une structure en couches sensiblement identique à celle précédemment décrite en référence à la figure 1 et qui comprend donc, en référence à la figure 4a, un substrat 1, une structure tampon I.

Dans cet exemple de procédé selon l'invention, une surcouche 5 a été ajoutée au-dessus de la structure tampon I.

Le prélèvement que l'on effectuera durant ce procédé concernera le prélèvement de la surcouche 5 et éventuellement d'une partie de la structure tampon I.

De la même manière et dans d'autres configurations en structure de la plaquette donneuse 10, il peut y avoir plusieurs surcouches et le prélèvement concernerait alors des surcouches et éventuellement une partie de la structure tampon I, ou il peut n'y avoir aucune surcouche et le prélèvement concernerait alors une partie seulement de la structure tampon I.

Les deux couches I et 5 ont été avantageusement formées par épitaxie selon des techniques connues, par exemple par CVD et MBE.

Dans un premier cas, la croissance d'au moins une de ces couches est réalisée in situ, directement en continuation de la formation du support de croissance sous-jacent, ce dernier étant aussi dans ce cas avantageusement formé par croissance de couche.

Dans un deuxième cas, la croissance d'au moins une de ces couches est réalisée après une légère étape de finition de surface du support de croissance sous-jacent, par exemple par polissage CMP, traitement thermique ou autre technique de lissage.

Un procédé de prélèvement de couche mince est représenté sur les figures 4b et 4c.



Une première étape de prélèvement préférée de l'invention consiste à créer une zone de fragilisation dans la plaquette donneuse 10, afin de réaliser un détachement plus tard au niveau de cette zone de fragilisation, et prélever ainsi la couche utile souhaitée.

Plusieurs techniques pouvant être mises en œuvre pour créer une telle zone de fragilisation sont présentées ici :

Une première technique, appelée Smart-cut[®], connue de l'homme du métier (et dont on pourra trouver des descriptions dans un certain nombre d'ouvrages traitant de techniques de réduction de plaquettes) consiste, dans sa première étape, à implanter des espèces atomiques (tels que des ions hydrogène) avec une énergie déterminée pour créer ainsi une zone de fragilisation.

Une deuxième technique consiste à former une interface fragile par création d'au moins une couche poreuse, comme décrit par exemple dans le document EP-A-0 849 788.

La zone de fragilisation formée avantageusement selon l'une de ces deux techniques est créée au-dessus du substrat 1 :

- dans la couche tampon de la structure tampon I ; ou
- entre la couche tampon et l'éventuelle couche relaxée de la structure tampon I ; ou
- dans l'éventuelle couche relaxée de la structure tampon I ; ou
- entre la structure tampon I et la surcouche 5 ; ou
- dans la surcouche 5 si celle-ci est suffisamment épaisse ; c'est le cas particulier d'une surcouche 5 constituée d'un empilement de couches.

En référence à la figure 4b, une deuxième étape concernant le prélèvement de couche mince consiste à rapporter un substrat récepteur 6 à la surface de la surcouche 5.

Le substrat récepteur 6 constitue un support mécanique suffisamment rigide pour soutenir la surcouche 5 qui sera prélevée de la plaquette donneuse 10, et la protéger d'éventuelles contraintes mécaniques venues de l'extérieur.

Ce substrat récepteur 6 peut être par exemple en silicium ou en quartz ou en un autre type de matériau.

On rapporte le substrat récepteur 6 en le mettant en contact intime avec la surcouche 5 et en opérant un collage, dans lequel on effectue avantageusement une adhésion moléculaire entre le substrat 6 et la surcouche 5.

Cette technique de collage, ainsi que des variantes, est notamment décrite dans le document intitulé « Semiconductor Wafer Bonding » (Science and technology, Interscience Technology) par Q. Y. Tong, U. Gösele et Wiley.

Le collage est accompagné, si nécessaire, d'un traitement approprié des surfaces respectives à coller au préalable et/ou un apport d'énergie thermique et/ou un apport d'un liant supplémentaire.

10 Ainsi, par exemple, un traitement thermique mis en œuvre pendant ou juste après le collage permet de rigidifier les liaisons de collage.

Le collage peut aussi être contrôlé par une couche de collage, telle de la silice, intercalée entre la surcouche 5 et le substrat récepteur 6, présentant des capacités de liaisons moléculaires particulièrement fortes.

15 De façon avantageuse le matériau constituant la face de collage du substrat récepteur 6 et/ou le matériau de la couche de collage éventuellement formée, est électriquement isolant pour réaliser à partir des couches prélevées une structure SeOI, la couche de semiconducteur de la structure SeOI étant alors la couche utile transférée.

Une fois le substrat récepteur 6 collé, on met en œuvre un enlèvement de la 20 partie de la plaquette donneuse 10 au niveau de la zone de fragilisation formée précédemment, en y opérant un détachement.

Dans le cas de ladite première technique (Smart-cut[®]), on soumet, dans une seconde étape, la zone implantée (formant la zone de fragilisation) à un traitement thermique et/ou mécanique, ou autre apport d'énergie, pour réaliser le détachement au 25 niveau de la zone de fragilisation.

Dans le cas de ladite deuxième technique, on soumet la couche fragile à un traitement mécanique, ou autre apport d'énergie, pour réaliser le détachement au niveau de la couche fragilisée.

Le détachement au niveau de la zone de fragilisation selon par exemple l'une de 30 ces deux techniques permet de retirer une partie majeure de la plaquette 10, pour obtenir



une structure comprenant le reste éventuel de la structure tampon I, la surcouche 5, l'éventuelle couche de collage et le substrat récepteur 6.

Une étape de finition à la surface de la structure formée, au niveau de la couche prélevée, est alors avantageusement mise en œuvre pour retirer d'éventuelles rugosités de surface, des inhomogénéités d'épaisseur et/ou des couches indésirables, en utilisant par exemple un polissage mécano-chimique CMP, une gravure ou un traitement thermique.

Une couche post-prélèvement 7' constitue la partie de la plaquette donneuse 10 située au-dessus du substrat 1 et qui reste après le prélèvement, l'ensemble de cette plaquette formant une plaquette donneuse 10' à envoyer au recyclage pour être ultérieurement réutilisée lors d'un autre prélèvement de couche.

Des étapes de recyclage sont représentées sur les figures 4d, 4e et 4f.

En référence à la figure 4d, une première étape de recyclage correspond à l'enlèvement d'une partie de la couche post-prélèvement 7'.

Une attaque mécanique ou mécano-chimique conforme à une de celles déjà discutées plus haut, est mise en œuvre pour enlever une partie de la couche post-prélèvement 7'.

On peut aussi mettre en œuvre plusieurs techniques d'enlèvement de matière par des moyens mécaniques différents, notamment si la couche post-prélèvement 7' comprend plusieurs couches différentes d'origine (par exemple une partie de la surcouche 5 et une partie de la structure tampon I), telles que par exemple faire succéder des attaques par CMP et par simple polissage.

Cette attaque mécanique de matière peut être précédée et/ou suivie de traitements de surface, telle qu'une gravure chimique, un traitement thermique, ou un lissage.

Dans tous les cas, et au terme de cette première étape de recyclage, en référence à la figure 4d, il reste au moins une partie de la structure tampon I'.

En référence aux figures 4e et 4f, une deuxième étape de recyclage correspond à la restauration des couches sensiblement identiques à celles qui existaient avant

prélèvement, avec les formations respectives de l'éventuelle partie manquante de la structure tampon I et d'une surcouche 5.

Les restaurations de couches sont avantageusement mises en œuvre par une formation de couche selon une technique sensiblement identique à l'une de celles
5 détaillées plus haut.

Dans un premier cas, la croissance d'au moins une de ces couches est réalisée in situ, directement en continuation de la formation du support de croissance sous-jacent, ce dernier étant aussi dans ce cas avantageusement formé par croissance de couche.

10 Dans un deuxième cas, la croissance d'au moins une de ces quatre couches est réalisée après une légère étape de finition de surface du support de croissance sous-jacent, par exemple par polissage CMP, traitement thermique ou autre technique de lissage.

Les couches obtenues I et 5 de la plaquette donneuse 10''' ne sont pas
15 nécessairement identiques aux couches I et 5 de la plaquette donneuse 10, la plaquette donneuse représentée sur la figure 4d pouvant servir de substrat à d'autres types de couches.

Après recyclage de la plaquette donneuse 10 selon l'invention, on peut alors à nouveau mettre en œuvre un procédé de prélèvement de couche utile.

20 Ainsi, dans un contexte avantageux de l'invention, on met en œuvre un procédé cyclique de prélèvement de couche utile à partir d'une plaquette donneuse 10 selon l'invention, en faisant se succéder itérativement :

- un procédé de prélèvement ; et
- un procédé de recyclage selon l'invention.

25 Avant la mise en œuvre du procédé cyclique de prélèvement, on peut mettre en œuvre un procédé de réalisation de la plaquette donneuse 10 selon l'invention avec une ou plusieurs des techniques de réalisation de couches minces sur substrat décrites plus haut.



Dans la suite de ce document, nous présentons des exemples de configurations de plaquettes donneuses 10 comprenant des structures tampon I, et aptes à être mises en œuvre par un procédé selon l'invention.

5 Nous présenterons en particulier des matériaux pouvant être avantageusement utilisés dans de telles plaquettes donneuses.

Comme nous l'avons vu, une structure tampon I réalisée sur un substrat 1 ayant un premier paramètre de maille a comme fonction première, la plupart du temps, d'avoir un deuxième paramètre de maille sur sa face libre.

10 Une telle structure tampon I comprend alors une couche tampon 2 permettant de réaliser une telle adaptation de paramètre de maille.

La technique employée le plus souvent pour obtenir une couche tampon 2 ayant cette propriété est d'avoir une couche tampon 2 composée de plusieurs éléments atomiques comprenant :

- 15 • au moins un élément atomique se retrouvant dans la composition du substrat 1 ; et
- au moins un élément atomique ne se retrouvant pas ou très peu dans le substrat 1, et ayant une concentration évoluant graduellement dans l'épaisseur de la couche tampon 2.

20 La concentration graduelle de cet élément dans la couche tampon 2 sera la cause principale de l'évolution graduelle du paramètre de maille dans la couche tampon 2, de façon métamorphique.

Ainsi, dans cette configuration, une couche tampon 2 sera principalement un alliage.

25 Les éléments atomiques choisis pour la composition du substrat 1 et de la couche tampon 2 peuvent être de type IV, tel le Si ou le Ge.

On peut avoir par exemple dans ce cas un substrat 1 en Si et une couche tampon 2 en SiGe avec une concentration en Ge évoluant progressivement en épaisseur entre une valeur voisine de 0 à l'interface avec le substrat 1 et une valeur déterminée sur l'autre face de la couche tampon 2.

Dans un autre cas de figure, les compositions du substrat 1 et de la couche tampon 2 sont en alliage de famille III-V, telles les combinaisons possibles (Al,Ga,In) – (N,P,As).

La couche tampon 2 est préférentiellement en alliage de type ternaire ou de degré supérieur.

On peut avoir par exemple dans ce cas un substrat 1 en AsGa et une couche tampon 2 comprenant de l'As et/ou du Ga avec au moins un autre élément, ce dernier élément évoluant progressivement en épaisseur entre une valeur voisine de 0 à l'interface avec le substrat 1 et une valeur déterminée sur l'autre face de la couche tampon 2.

La composition du substrat 1 et de la couche tampon 2 peuvent comprendre des paires d'éléments atomiques de type II-VI, telles les combinaisons possibles (Zn,Cd) – (S,Se,Te).

Nous offrons ci-après quelques exemples de telles configurations :

Exemple 1 : Après recyclage, la plaquette donneuse 10 est constituée :

- d'un substrat 1 en Si ;
- d'une structure tampon I en SiGe avec une couche tampon 2 et une couche additionnelle 4 ;
- d'une couche post-prélèvement 7 en Si ou en SiGe qui constitue le reste d'une surcouche 5 après le prélèvement d'une partie de cette dernière.

Ces plaquettes donneuses 10 sont particulièrement utilisées dans le cas d'un prélèvement de couches de SiGe et/ou de Si contraint pour réaliser des structures SGOI, SOI ou Si/SGOI.

La couche tampon 2 a de préférence une concentration en Ge croissant progressivement à partir de l'interface avec le substrat 1, pour faire évoluer le paramètre de maille du SiGe comme expliqué plus haut.

L'épaisseur est typiquement comprise entre 1 et 3 micromètres pour obtenir une bonne relâche structurale en surface, et pour confiner des défauts liés à la différence de paramètre de maille de sorte qu'ils soient enterrés.



La couche additionnelle 4 est en SiGe relaxé par la couche tampon 2, avec une concentration en Ge avantageusement uniforme et sensiblement identique à celle de la couche tampon 2 au voisinage de leur interface.

La concentration de germanium dans le silicium au sein de la couche de SiGe additionnelle 4 est typiquement comprise entre 15 % et 30 %.

Cette limitation à 30 % représente une limitation typique des techniques actuelles, mais peut être amenée à évoluer dans les prochaines années.

La couche additionnelle 4 a une épaisseur pouvant varier grandement selon les cas, avec une épaisseur typique comprise entre 0,5 et 1 micron.

10 Exemple 2 : Après recyclage, la plaquette donneuse 10 est constituée :

- d'un substrat 1 en Si ;
 - d'une structure tampon I avec une couche tampon 2 en SiGe et une couche additionnelle 4 en Ge sensiblement relaxé ;
 - d'une couche post-prélèvement 7 en AsGa qui constitue le reste d'une
- 15 surcouche 5 après le prélèvement d'une partie de cette dernière ;

La couche tampon 2 a de préférence une concentration en Ge croissant progressivement à partir de l'interface avec le substrat 1, pour faire évoluer le paramètre de maille entre celui du substrat 1 en Si et celui de la couche additionnelle 4 en Ge.

A cet effet on fait progresser, dans la couche tampon 2, la concentration de Ge de environ 0 à environ 100 %, ou plus précisément autour de 98 % pour un accord de maille théorique complet des deux matériaux.

Exemple 3 : Après recyclage, la plaquette donneuse 10 est constituée :

- d'un substrat 1 comprenant au moins une partie en AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon I ;
 - d'une structure tampon I en matériau III–V ;
 - d'une couche post-prélèvement 7 comprenant d'un matériau III–V qui constitue le reste d'une surcouche 5 après le prélèvement d'une partie de cette dernière.
- 25

L'intérêt premier de cette structure tampon I est d'adapter le paramètre de maille du matériau de la surcouche V (dont la valeur nominale est d'environ 5,87 angströms) à celui de l'AsGa (dont la valeur nominale est d'environ 5,65 angströms).

Dans les matériaux III-V massifs, et en comparant l'InP massif à l'AsGa massif, ce dernier est moins onéreux, plus disponible sur le marché des semiconducteurs, moins fragile mécaniquement, un matériau à partir duquel les mises en œuvre de technologies à contact par face arrière sont plus connues, et dont la taille peut atteindre de grandes valeurs (typiquement 6 pouces au lieu de 4 pouces pour l'InP massif).

10 Dans une configuration particulière de la plaquette donneuse 10 avant prélèvement, la surcouche 5 avant prélèvement comprenait de l'InP à prélever.

L'InP massif ayant une dimension généralement limitée à quatre pouces, la plaquette donneuse 10 donne par exemple une solution à la réalisation d'une couche d'InP dimensionnée à 6 pouces.

15 Une structure tampon I pour réaliser une telle surcouche nécessite une épaisseur typiquement supérieure à un micron, et qui sera amenée à évoluer vers de plus grandes épaisseurs, notamment si on peut la recycler selon la présente invention.

La technique d'épitaxie habituellement mise en œuvre pour réaliser une telle structure tampon I est en outre particulièrement difficile et coûteuse, il est donc
20 intéressant de pouvoir la récupérer au moins en partie après le prélèvement de la couche utile.

La structure tampon I comprend avantageusement une couche tampon 2 constituée d'InGaAs avec une concentration d'In évoluant entre 0 et environ 53 %.

La structure tampon I peut comprendre en outre une couche additionnelle 4 en
25 matériau III-V, tel de l'InGaAs ou de l'InAlAs, avec une concentration des éléments atomiques sensiblement constante.

Dans un cas de prélèvement particulier, on prélèvera la surcouche 5 en InP et une partie de la couche additionnelle 4 pour la transférer sur un substrat récepteur.

On pourra ainsi tirer profit d'éventuelles propriétés électriques ou électroniques
30 existant entre les deux matériaux prélevés.



C'est par exemple le cas si la partie de la couche additionnelle 4 prélevée est en InGaAs ou en InAlAs : des discontinuités de bandes électroniques entre ce dernier matériau et l'InP créent de meilleures mobilités électroniques dans les couches prélevées.

5 D'autres configurations de plaquettes donneuses 10 sont possibles, comprenant d'autres composés III-V, tel l'InAlAs ou autres.

Les applications de tels prélèvement de couche sont typiquement des réalisations de HEMT ou de HBT (abréviations anglo-saxonnes respectives de « High-Electron Mobility Transistor » et de « Heterojonction Bipolar Transistor »).

10

Dans les couches de semiconducteur présentées dans ce document, d'autres constituants peuvent y être ajoutés, tel que du carbone avec une concentration de carbone dans la couche considérée sensiblement inférieure ou égale à 50 % ou plus particulièrement avec une concentration inférieure ou égale à 5 %.

15 Enfin, la présente invention ne se limite pas à une structure tampon I, une couche intermédiaire 8 ou une surcouche 5 en matériaux présentés dans les exemples ci-dessus, mais s'étend aussi à d'autres types d'alliages de famille IV-IV, III-V, II-VI.

Il est à préciser que ces alliages peuvent être binaires, ternaires, quaternaires ou de degré supérieur.

20 La présente invention ne se limite pas non plus à une couche tampon 2 ou structure tampon I recyclable et ayant comme fonction première une adaptation de paramètre de maille entre deux structures adjacentes à paramètres de maille respectifs différents, mais concerne aussi toute couche tampon 2 ou structure tampon I telle que définie de façon la plus générale dans le présent document et recyclable selon
25 l'invention.

Les structures obtenues au final après prélèvement ne se limitent pas non plus à des structures SGOI ou SOI.

REVENDICATIONS

- 5 1. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) après prélèvement d'au moins une couche utile, la plaquette donneuse (10) comprenant successivement un substrat.(1), une structure tampon (I) et, avant prélèvement, une couche utile, le procédé comprenant un enlèvement de matière concernant une partie de la plaquette donneuse (10) du côté où a eu lieu le prélèvement, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend
- 10 une mise en œuvre de moyens mécaniques de sorte que, après l'enlèvement de matière, il reste au moins une partie de la structure tampon (I) apte à être réutilisée comme au moins une partie d'une structure tampon (I) au cours d'un prélèvement ultérieur d'une couche utile.
- 15 2. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la mise en œuvre des moyens mécaniques lors de l'enlèvement de matière comprend un polissage.
- 20 3. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la mise en œuvre des moyens mécaniques lors de l'enlèvement de matière comprend un polissage abrasif.
- 25 4. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la mise en œuvre de moyens mécaniques lors de l'enlèvement de matière est accompagnée d'une gravure chimique.
5. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la mise en œuvre de moyens mécaniques lors de l'enlèvement de matière comprend une planarisation mécano-chimique.

REVENDICATIONS

- 5 1. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) après prélèvement d'au moins une couche utile comprenant un matériau semiconducteur, la plaquette donneuse (10) comprenant successivement un substrat (1), une structure tampon (I) et, avant prélèvement, une couche utile, le procédé comprenant un enlèvement de matière concernant une partie de la plaquette donneuse (10) du côté où a eu lieu le prélèvement,
- 10 caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend une mise en œuvre de moyens mécaniques de sorte que, après l'enlèvement de matière, il reste au moins une partie de la structure tampon (I) apte à être réutilisée comme au moins une partie d'une structure tampon (I) au cours d'un prélèvement ultérieur d'une couche utile.
- 15 2. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la mise en œuvre des moyens mécaniques lors de l'enlèvement de matière comprend un polissage.
- 20 3. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la mise en œuvre des moyens mécaniques lors de l'enlèvement de matière comprend un polissage abrasif.
- 25 4. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la mise en œuvre de moyens mécaniques lors de l'enlèvement de matière est accompagnée d'une gravure chimique.
5. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la mise en œuvre de moyens mécaniques lors de l'enlèvement de matière comprend une planarisation mécano-chimique.

REVENDICATIONS

- 5 1. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) après prélèvement d'au moins une couche utile comprenant un matériau semiconducteur, la plaquette donneuse (10) comprenant successivement un substrat (1), une structure tampon (I) et, avant prélèvement, une couche utile, le procédé comprenant un enlèvement de matière concernant une partie de la plaquette donneuse (10) du côté où a eu lieu le prélèvement,
- 10 caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend une mise en œuvre de moyens mécaniques de sorte que, après l'enlèvement de matière, il reste au moins une partie de la structure tampon (I) apte à être réutilisée comme au moins une partie d'une structure tampon (I) au cours d'un prélèvement ultérieur d'une couche utile.
- 15 2. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la mise en œuvre des moyens mécaniques lors de l'enlèvement de matière comprend un polissage.
- 20 3. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la mise en œuvre des moyens mécaniques lors de l'enlèvement de matière comprend un polissage abrasif.
- 25 4. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la mise en œuvre de moyens mécaniques lors de l'enlèvement de matière est accompagnée d'une gravure chimique.
5. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la mise en œuvre de moyens mécaniques lors de l'enlèvement de matière comprend une planarisation mécano-chimique.



6. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la mise en œuvre de moyens mécaniques est précédée et/ou est suivie d'un traitement de lissage de surface.
- 5 7. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le traitement de lissage de surface comprend un traitement thermique.
8. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce
10 que la structure tampon (I) avant prélèvement comprend une couche tampon (2) et une couche additionnelle (4), la couche additionnelle (4) ayant :
- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
 - un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1).
- 15 9. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement d'une partie de la structure tampon (I) restante après le prélèvement.
- 20 10. Procédé de recyclage selon les revendications 8 et 9, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement d'au moins une partie de la couche additionnelle (4) restante après le prélèvement.
11. Procédé de recyclage selon les revendications 8 à 10, caractérisé en ce que
25 l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement d'une partie de la couche tampon (2).
12. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière, une formation d'au moins une

6. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la mise en œuvre de moyens mécaniques est précédée et/ou est suivie d'un traitement de lissage de surface.
- 5 7. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le traitement de lissage de surface comprend un traitement thermique.
8. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce
10 que la structure tampon (I) avant prélèvement comprend une couche tampon (2) et une couche additionnelle (4), la couche additionnelle (4) ayant :
- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
 - un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1).
- 15
9. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement d'une partie de la structure tampon (I) restante après le prélèvement.
- 20 10. Procédé de recyclage selon les revendications 8 et 9, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement d'au moins une partie de la couche additionnelle (4) restante après le prélèvement.
11. Procédé de recyclage selon les revendications 8 à 10, caractérisé en ce que
25 l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement d'une partie de la couche tampon (2).
12. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière, une formation d'au moins une



6. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la mise en œuvre de moyens mécaniques est précédée et/ou est suivie d'un traitement de lissage de surface.
- 5 7. Procédé de recyclage d'une plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le traitement de lissage de surface comprend un traitement thermique.
8. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la structure tampon (I) avant prélèvement comprend une couche tampon (2) et une
10 couche additionnelle (4), la couche additionnelle (4) ayant :
- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
 - un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1).
- 15 9. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement d'une partie de la structure tampon (I) restante après le prélèvement.
- 20 10. Procédé de recyclage selon les revendications 8 et 9, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement d'au moins une partie de la couche additionnelle (4) restante après le prélèvement.
11. Procédé de recyclage selon les revendications 8 à 10, caractérisé en ce que
25 l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement d'une partie de la couche tampon (2).
12. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière, une formation d'au moins une

couche sur la plaquette donneuse (10) de sorte à former une nouvelle partie de la structure tampon (I) au-dessus de la partie de la structure tampon (I) restante.

13. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) avant prélèvement comprend une surcouche (5) qui comprend la couche utile à prélever, et en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement de la surcouche (5) restante.

14. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière, une formation d'une surcouche (5) sur la plaquette donneuse (10) de sorte à former une nouvelle couche utile à prélever.

15. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière et avant la formation de la surcouche (5), une formation d'une couche intermédiaire sur la plaquette donneuse (10) s'il n'en existe pas déjà une, la couche intermédiaire étant ainsi située entre la structure tampon (I) et la surcouche (5) une fois cette dernière formée.

16. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 12, 14 et 15, caractérisé en ce que la formation de couche durant le recyclage est effectuée par croissance de couche.

17. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la structure tampon I a une composition qui comprend un alliage atomique appartenant à une des familles d'alliages atomiques suivantes :

- famille IV-IV ;
- famille III-V ;
- famille II-VI ;

cet alliage étant de type binaire, ternaire, quaternaire ou de degré supérieur.

couche sur la plaquette donneuse (10) de sorte à former une nouvelle partie de la structure tampon (I) au-dessus de la partie de la structure tampon (I) restante.

5 13. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) avant prélèvement comprend une surcouche (5) qui comprend la couche utile à prélever, et en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement de la surcouche (5) restante.

10 14. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière, une formation d'une surcouche (5) sur la plaquette donneuse (10) de sorte à former une nouvelle couche utile à prélever.

15 15. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière et avant la formation de la surcouche (5), une formation d'une couche intermédiaire sur la plaquette donneuse (10) s'il n'en existe pas déjà une, la couche intermédiaire étant ainsi située entre la structure tampon (I) et la surcouche (5) une fois cette dernière formée.

20 16. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 12, 14 et 15, caractérisé en ce que la formation de couche durant le recyclage est effectuée par croissance de couche.

25 17. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la structure tampon I a une composition qui comprend un alliage atomique appartenant à une des familles d'alliages atomiques suivantes :

- famille IV-IV ;
- famille III-V ;
- famille II-VI ;

cet alliage étant de type binaire, ternaire, quaternaire ou de degré supérieur.

couche sur la plaquette donneuse (10) de sorte à former une nouvelle partie de la structure tampon (I) au-dessus de la partie de la structure tampon (I) restante.

13. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) avant prélèvement comprend une surcouche (5) qui comprend la couche utile à prélever, et en ce que l'enlèvement de matière comprend l'enlèvement de la surcouche (5) restante.

14. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière, une formation d'une surcouche (5) sur la plaquette donneuse (10) de sorte à former une nouvelle couche utile à prélever.

15. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'enlèvement de matière et avant la formation de la surcouche (5), une formation d'une couche intermédiaire sur la plaquette donneuse (10) s'il n'en existe pas déjà une, la couche intermédiaire étant ainsi située entre la structure tampon (I) et la surcouche (5) une fois cette dernière formée.

16. Procédé de recyclage selon l'une des revendications 12, 14 et 15, caractérisé en ce que la formation de couche durant le recyclage est effectuée par croissance de couche.

17. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la structure tampon I a une composition qui comprend un alliage atomique appartenant à une des familles d'alliages atomiques suivantes :

- famille IV-IV ;
- famille III-V ;
- famille II-VI ;

cet alliage étant de type binaire, ternaire, quaternaire ou de degré supérieur.



18. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend :

- dans une première configuration :
 - 5 ✓ un substrat (1) constitué de Si ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) en SiGe avec une concentration de Ge croissant en épaisseur et une couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ; ou
- dans une deuxième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux
10 que ceux de la première configuration, avec la couche tampon (2) ayant une concentration de Ge croissant en épaisseur entre environ 0 % et environ 100 % et avec la couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ayant une concentration en Si sensiblement nulle ; ou
- dans une troisième configuration :
 - 15 ✓ un substrat (1) comprenant de l'AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon (I) ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) comprenant un alliage atomique appartenant à la famille III-V de type ternaire ou de degré supérieur, dont la composition est respectivement choisie parmi les
20 combinaisons possibles (Al,Ga,In)-(N,P,As), et au moins deux éléments choisis parmi la famille III ou au moins deux éléments choisis parmi famille V, ces deux éléments ayant une concentration évoluant graduellement dans l'épaisseur de la couche tampon (2) ; ou
- dans une quatrième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux
25 que ceux de la deuxième configuration, avec une structure tampon (I) ayant en outre, au voisinage de la face opposée à son interface avec le substrat (1), un paramètre de maille proche ou voisin de celui de l'InP.

18. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend :

— dans une première configuration :

- 5 ✓ un substrat (1) constitué de Si ;
- ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) en SiGe avec une concentration de Ge croissant en épaisseur et une couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ; ou

10 — dans une deuxième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la première configuration, avec la couche tampon (2) ayant une concentration de Ge croissant en épaisseur entre environ 0 % et environ 100 % et avec la couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ayant une concentration en Si sensiblement nulle ; ou

— dans une troisième configuration :

- 15 ✓ un substrat (1) comprenant de l'AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon (I) ;
- ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) comprenant un alliage atomique appartenant à la famille III-V de type ternaire ou de degré supérieur, dont la composition est respectivement choisie parmi les
- 20 combinaisons possibles (Al,Ga,In)-(N,P,As), et au moins deux éléments choisis parmi la famille III ou au moins deux éléments choisis parmi la famille V, ces deux éléments ayant une concentration évoluant graduellement dans l'épaisseur de la couche tampon (2) ; ou

25 — dans une quatrième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la deuxième configuration, avec une structure tampon (I) ayant en outre, au voisinage de la face opposée à son interface avec le substrat (1), un paramètre de maille proche ou voisin de celui de l'InP.

18. Procédé de recyclage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend :

- dans une première configuration :
 - 5 ✓ un substrat (1) constitué de Si ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) en SiGe avec une concentration de Ge croissant en épaisseur et une couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ; ou
- 10 — dans une deuxième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la première configuration, avec la couche tampon (2) ayant une concentration de Ge croissant en épaisseur entre environ 0 % et environ 100 % et avec la couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ayant une concentration en Si sensiblement nulle ; ou
- 15 — dans une troisième configuration :
 - ✓ un substrat (1) comprenant de l'AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon (I) ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) comprenant un alliage atomique appartenant à la famille III-V de type ternaire ou de degré supérieur, dont la composition est respectivement choisie parmi les
 - 20 combinaisons possibles (Al,Ga,In)-(N,P,As), et au moins deux éléments choisis parmi la famille III ou au moins deux éléments choisis parmi la famille V, ces deux éléments ayant une concentration évoluant graduellement dans l'épaisseur de la couche tampon (2) ; ou
- 25 — dans une quatrième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la deuxième configuration, avec une structure tampon (I) ayant en outre, au voisinage de la face opposée à son interface avec le substrat (1), un paramètre de maille proche ou voisin de celui de l'InP.

19. Procédé de recyclage selon la revendication 14 ou 15 combinée avec la revendication 18, caractérisé en ce que la surcouche (5) comprend :

- dans la première configuration, du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration, de l'AsGa et/ou du Ge ;
- 5 – dans la troisième configuration, un alliage appartenant à la famille III-V ;
- dans la quatrième configuration, de l'InP.

20. Procédé de recyclage selon la revendication 15 combinée avec la revendication 18 ou 19, caractérisé en ce que la couche intermédiaire comprend :

- 10 – dans la première configuration de la plaquette donneuse (10), du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'AsGa et/ou du Ge ;
- dans la troisième configuration de la plaquette donneuse (10), un alliage
- 15 appartenant à la famille III-V ;
- dans la quatrième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'InP et/ou un matériau III-V de paramètre de maille sensiblement identique à celui de l'InP.

21. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce

20 que la plaquette donneuse (10) comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 50 %.

22. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce

25 que la plaquette donneuse (10) comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 5 %.

19. Procédé de recyclage selon la revendication 14 ou 15 combinée avec la revendication 18, caractérisé en ce que la surcouche (5) comprend :

- dans la première configuration, du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration, de l'AsGa et/ou du Ge ;
- 5 – dans la troisième configuration, un alliage appartenant à la famille III-V ;
- dans la quatrième configuration, de l'InP.

20. Procédé de recyclage selon la revendication 15 combinée avec la revendication 18 ou 19, caractérisé en ce que la couche intermédiaire comprend :

- 10 – dans la première configuration de la plaquette donneuse (10), du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'AsGa et/ou du Ge ;
- dans la troisième configuration de la plaquette donneuse (10), un alliage
- 15 appartenant à la famille III-V ;
- dans la quatrième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'InP et/ou un matériau III-V de paramètre de maille sensiblement identique à celui de l'InP.

21. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce
20 que la plaquette donneuse (10) comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 50 %.

22. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce
25 que la plaquette donneuse (10) comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 5 %.

19. Procédé de recyclage selon la revendication 14 ou 15 combinée avec la revendication 18, caractérisé en ce que la surcouche (5) comprend :

- dans la première configuration, du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration, de l'AsGa et/ou du Ge ;
- 5 – dans la troisième configuration, un alliage appartenant à la famille III-V ;
- dans la quatrième configuration, de l'InP.

20. Procédé de recyclage selon la revendication 15 combinée avec la revendication 18 ou 19, caractérisé en ce que la couche intermédiaire comprend :

- 10 – dans la première configuration de la plaquette donneuse (10), du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'AsGa et/ou du Ge ;
- dans la troisième configuration de la plaquette donneuse (10), un alliage
- 15 appartenant à la famille III-V ;
- dans la quatrième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'InP et/ou un matériau III-V de paramètre de maille sensiblement identique à celui de l'InP.

21. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce

20 que la plaquette donneuse (10) comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 50 %.

22. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce

25 que la plaquette donneuse (10) comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 5 %.



23. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est suivi par la mise en œuvre d'un procédé de prélèvement d'au moins une couche utile.

5 24. Procédé de prélèvement d'une couche utile sur une plaquette donneuse (10) pour être transférée sur un substrat récepteur (6), la plaquette donneuse (10) étant recyclable après prélèvement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 10 (a) un collage de la plaquette donneuse (10) avec le substrat récepteur (6) du côté de la couche utile à prélever ;
- (b) un détachement de la couche utile de la plaquette donneuse (10) ayant lieu du côté de la plaquette donneuse opposé au substrat (1).

15 25. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend, avant l'étape (a), une formation d'une couche de collage.

26. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que :

- 20 – il comprend en outre, avant l'étape (a), une formation d'une zone de fragilisation située du côté de la plaquette donneuse opposé au substrat (1) ; et en ce que :
 - l'étape (b) est mise en œuvre par un apport d'énergie au niveau de la zone de fragilisation pour détacher de la plaquette donneuse (10) une structure comprenant la couche utile.

25

27. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la formation de la zone de fragilisation est réalisée par implantation d'espèces atomiques.

23. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est suivi par la mise en œuvre d'un procédé de prélèvement d'au moins une couche utile.

5 24. Procédé de prélèvement d'une couche utile sur une plaquette donneuse (10) pour être transférée sur un substrat récepteur (6), la plaquette donneuse (10) étant recyclable après prélèvement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 10 (a) un collage de la plaquette donneuse (10) avec le substrat récepteur (6) du côté de la couche utile à prélever ;
(b) un détachement de la couche utile de la plaquette donneuse (10) ayant lieu du côté de la plaquette donneuse opposé au substrat (1).

15 25. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend, avant l'étape (a), une formation d'une couche de collage.

26. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que :

- 20 – il comprend en outre, avant l'étape (a), une formation d'une zone de fragilisation située du côté de la plaquette donneuse opposé au substrat (1) ; et en ce que :
– l'étape (b) est mise en œuvre par un apport d'énergie au niveau de la zone de fragilisation pour détacher de la plaquette donneuse (10) une structure comprenant la couche utile.

25

27. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la formation de la zone de fragilisation est réalisée par implantation d'espèces atomiques.

23. Procédé de recyclage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est suivi par la mise en œuvre d'un procédé de prélèvement d'au moins une couche utile.

5 24. Procédé de prélèvement d'une couche utile sur une plaquette donneuse (10) pour être transférée sur un substrat récepteur (6), caractérisé en ce qu'il comprend :

(a) un collage de la plaquette donneuse (10) avec le substrat récepteur (6) du côté de la couche utile à prélever ;

10 (b) un détachement de la couche utile de la plaquette donneuse (10) ayant lieu du côté de la plaquette donneuse opposé au substrat (1).

(c) un recyclage de la plaquette donneuse (10) conformément au procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 23.

15 25. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend, avant l'étape (a), une formation d'une couche de collage.

26. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que :

20 – il comprend en outre, avant l'étape (a), une formation d'une zone de fragilisation située du côté de la plaquette donneuse opposé au substrat (1) ; et en ce que :
– l'étape (b) est mise en œuvre par un apport d'énergie au niveau de la zone de fragilisation pour détacher de la plaquette donneuse (10) une structure comprenant la couche utile.

25

27. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la formation de la zone de fragilisation est réalisée par implantation d'espèces atomiques.

28. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les espèces atomiques implantées comprennent au moins en partie de l'hydrogène.

5 29. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon la revendication 26, caractérisé en ce que la formation de la zone de fragilisation est réalisée par porosification d'une couche.

10 30. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des revendications 24 à 29, caractérisé en ce qu'il comprend, après l'étape (b), une étape de finition de la surface de la couche utile au niveau de laquelle a eu lieu le détachement.

15 31. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des revendications 24 à 30, caractérisé en ce que la couche utile détachée lors de l'étape (b) comprend une partie de la structure tampon I.

20 32. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des revendications 24 à 31, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend avant prélèvement une surcouche (5) située du côté opposé au substrat (1), et en ce que la couche utile détachée lors de l'étape (b) comprend au moins une partie de la surcouche (5).

25 33. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des revendications 24 à 32, caractérisé en ce qu'il est suivi d'un procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 23.

34. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des revendications 24 à 33, caractérisé en ce qu'il est précédé d'un procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 23.

28. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les espèces atomiques implantées comprennent au moins en partie de l'hydrogène.

5 29. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon la revendication 26, caractérisé en ce que la formation de la zone de fragilisation est réalisée par porosification d'une couche.

10 30. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des revendications 24 à 29, caractérisé en ce qu'il comprend, après l'étape (b), une étape de finition de la surface de la couche utile au niveau de laquelle a eu lieu le détachement.

15 31. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des revendications 24 à 30, caractérisé en ce que la couche utile détachée lors de l'étape (b) comprend une partie de la structure tampon (I).

20 32. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des revendications 24 à 31, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend avant prélèvement une surcouche (5) située du côté opposé au substrat (1), et en ce que la couche utile détachée lors de l'étape (b) comprend au moins une partie de la surcouche (5).

25 33. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des revendications 24 à 32, caractérisé en ce qu'il est suivi d'un procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 23.

34. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des revendications 24 à 33, caractérisé en ce qu'il est précédé d'un procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 23.

28. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les espèces atomiques implantées comprennent au moins en partie de l'hydrogène.

5 29. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon la revendication 26, caractérisé en ce que la formation de la zone de fragilisation est réalisée par porosification d'une couche.

30. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des revendications 24 à 29, caractérisé en ce qu'il comprend, après l'étape (b), une étape de finition de la surface de la couche utile au niveau de laquelle a eu lieu le détachement.

31. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des revendications 24 à 30, caractérisé en ce que la couche utile détachée lors de l'étape (b) comprend une partie de la structure tampon (I).

32. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des revendications 24 à 31, caractérisé en ce que la plaquette donneuse (10) comprend avant prélèvement une surcouche (5) située du côté opposé au substrat (1), et en ce que la couche utile détachée lors de l'étape (b) comprend au moins une partie de la surcouche (5).

33. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des revendications 24 à 32, caractérisé en ce qu'il est précédé d'un procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 23.

25

34. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des revendications 24 à 32, caractérisé en ce qu'il est précédé d'un procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) destinée à fournir une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée après prélèvement conformément à un procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 23.

30

35. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des revendications 24 à 33, caractérisé en ce qu'il est précédé d'un procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) destinée à fournir une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée après prélèvement selon l'une des revendications 1 à 23.

5

36. Procédé de prélèvement cyclique de couche utile à partir d'une plaquette donneuse (10), caractérisé en ce qu'il comprend des étapes de prélèvement de couche utile, chacune de ces étapes étant conforme au procédé selon l'une des revendications 24 à 32, et des étapes de recyclage de la plaquette donneuse (10), chacune de ces étapes étant
10 conforme au procédé selon l'une des revendications 1 à 23, une étape de prélèvement alternant avec une étape de recyclage.

37. Procédé de prélèvement cyclique de couche utile à partir d'une plaquette donneuse (10), caractérisé en ce qu'il comprend, avant l'alternance des étapes de prélèvement et
15 des étapes de recyclage, une étape de réalisation de la plaquette donneuse (10) destinée à fournir une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée après prélèvement selon l'une des revendications 1 à 23.

38. Application d'un procédé de prélèvement cyclique selon l'une des deux
20 revendications précédentes ou d'un procédé de prélèvement selon l'une des revendications 24 à 35, à la réalisation de structure comprenant le substrat récepteur (6) et la couche utile, la couche utile comprenant au moins un des matériaux suivants :

du SiGe, du Si contraint, du Ge, de l'AsGa, de l'InP, de l'InGaAs, de l'AlGaAs.

25 39. Application d'un procédé de prélèvement cyclique selon l'une des revendications 36 et 37 ou d'un procédé de prélèvement selon l'une des revendications 24 à 35, à la réalisation de structures semiconducteur sur isolant, la structure comprenant le substrat récepteur (6) et la couche utile, la couche utile étant au moins une partie de l'épaisseur semiconductrice de la structure.

30

35. Procédé de prélèvement d'une couche utile selon l'une des revendications 24 à 33, caractérisé en ce qu'il est précédé d'un procédé de réalisation d'une plaquette donneuse (10) destinée à fournir une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée après prélèvement selon l'une des revendications 1 à 23.

5

36. Procédé de prélèvement cyclique de couche utile à partir d'une plaquette donneuse (10), caractérisé en ce qu'il comprend des étapes de prélèvement de couche utile, chacune de ces étapes étant conforme au procédé selon l'une des revendications 24 à 32, et des étapes de recyclage de la plaquette donneuse (10), chacune de ces étapes étant
10 conforme au procédé selon l'une des revendications 1 à 23, une étape de prélèvement alternant avec une étape de recyclage.

37. Procédé de prélèvement cyclique de couche utile à partir d'une plaquette donneuse (10), caractérisé en ce qu'il comprend, avant l'alternance des étapes de prélèvement et
15 des étapes de recyclage, une étape de réalisation de la plaquette donneuse (10) destinée à fournir une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée après prélèvement selon l'une des revendications 1 à 23.

38. Application d'un procédé de prélèvement cyclique selon l'une des deux
20 revendications précédentes ou d'un procédé de prélèvement selon l'une des revendications 24 à 35, à la réalisation de structure comprenant le substrat récepteur (6) et la couche utile, la couche utile comprenant au moins un des matériaux suivants : du SiGe, du Si, un alliage appartenant à la famille III-V dont la composition est respectivement choisie parmi les combinaisons possibles (Al, Ga, In)-(N, P, As).

25

39. Application d'un procédé de prélèvement cyclique selon l'une des revendications 36 et 37 ou d'un procédé de prélèvement selon l'une des revendications 24 à 35, à la réalisation de structures semiconducteur sur isolant, la structure comprenant le substrat récepteur (6) et la couche utile, la couche utile étant au moins une partie de l'épaisseur
30 semiconductrice de la structure.

35. Procédé de prélèvement cyclique de couche utile à partir d'une plaquette donneuse (10), caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs étapes de prélèvement de couche utile, chacune de ces étapes étant conforme au procédé de prélèvement selon l'une des
5 revendications 24 à 32.
36. Procédé de prélèvement cyclique de couche utile à partir d'une plaquette donneuse (10), caractérisé en ce qu'il comprend, avant la mise en oeuvre des étapes de prélèvement, une étape de réalisation de la plaquette donneuse (10) destinée à fournir
10 une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée après prélèvement conformément à un procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 23.
37. Application d'un procédé de prélèvement cyclique selon l'une des deux revendications précédentes ou d'un procédé de prélèvement selon l'une des
15 revendications 24 à 34, à la réalisation de structure comprenant le substrat récepteur (6) et la couche utile, la couche utile comprenant au moins un des matériaux suivants : du SiGe, du Si, un alliage appartenant à la famille III-V dont la composition est respectivement choisie parmi les combinaisons possibles (Al, Ga, In)-(N, P, As).
- 20 38. Application d'un procédé de prélèvement cyclique selon l'une des revendications 35 et 36 ou d'un procédé de prélèvement selon l'une des revendications 24 à 34, à la réalisation de structures semiconducteur sur isolant, la structure comprenant le substrat récepteur (6) et la couche utile, la couche utile étant au moins une partie de l'épaisseur semiconductrice de la structure.
- 25 39. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée conformément à un procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), et une partie restante de la structure tampon (I).
- 30

40. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), et une partie restante de la structure tampon (I).

5 41. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la structure tampon d'origine (I) (avant prélèvement) comprend une couche tampon d'origine (2) et une couche relaxée d'origine (4), la couche relaxée d'origine (4) ayant :

- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
- 10 • un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1) ;

et en ce que la partie restante de la structure tampon (I) est au moins une partie de la couche tampon d'origine (2).

15 42. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement selon la revendication 40, caractérisée en ce que la structure tampon d'origine (I) (avant prélèvement) comprend une couche tampon d'origine (2) et une couche additionnelle d'origine (4), la couche additionnelle d'origine (4) ayant :

- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
- 20 • un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1) ;

et en ce que la partie restante de la structure tampon (I) est la couche tampon d'origine (2) et une partie de la couche additionnelle d'origine (4).

25 43. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I) et une partie d'une surcouche (5), l'autre partie ayant été prélevée lors du prélèvement.

40. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), et une partie restante de la structure tampon (I).

5

41. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la structure tampon d'origine (I) (avant prélèvement) comprend une couche tampon d'origine (2) et une couche relaxée d'origine (4), la couche relaxée d'origine (4) ayant :

- 10
- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
 - un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1) ;

et en ce que la partie restante de la structure tampon (I) est au moins une partie de la couche tampon d'origine (2).

15

42. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement selon la revendication 40, caractérisée en ce que la structure tampon d'origine (I) (avant prélèvement) comprend une couche tampon d'origine (2) et une couche additionnelle d'origine (4), la couche additionnelle d'origine (4) ayant :

- 20
- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
 - un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1) ;

et en ce que la partie restante de la structure tampon (I) est la couche tampon d'origine (2) et une partie de la couche additionnelle d'origine (4).

25

43. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I) et une partie d'une surcouche (5), l'autre partie ayant été prélevée lors du prélèvement.

40. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la structure tampon d'origine (I) (avant prélèvement) comprend une couche tampon d'origine (2) et une couche relaxée d'origine (4), la couche relaxée d'origine (4) ayant :

- 5
- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
 - un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1) ;

et en ce que la partie restante de la structure tampon (I) est au moins une partie de la couche tampon d'origine (2).

10

41. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement selon la revendication 39, caractérisée en ce que la structure tampon d'origine (I) (avant prélèvement) comprend une couche tampon d'origine (2) et une couche additionnelle d'origine (4), la couche additionnelle d'origine (4) ayant :

- 15
- une épaisseur suffisamment importante pour confiner des défauts ; et/ou
 - un paramètre de maille en surface sensiblement différent de celui du substrat (1) ;

et en ce que la partie restante de la structure tampon (I) est la couche tampon d'origine (2) et une partie de la couche additionnelle d'origine (4).

20

42. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée conformément à un procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I) et une partie d'une surcouche (5), l'autre partie ayant été prélevée lors du

25

prélèvement.

43. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée conformément à un procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure

44. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I), une couche intermédiaire et une partie d'une surcouche (5), l'autre partie ayant été prélevée lors du prélèvement.

5

45. Plaquette donneuse (10) recyclée selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1) et une structure tampon (I).

46. Plaquette donneuse (10) recyclée selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I) et une surcouche (5).

47. Plaquette donneuse (10) recyclée selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I), une couche intermédiaire et une surcouche (5).

48. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 40 à 47, caractérisée en ce que la structure tampon I a une composition qui comprend un alliage atomique appartenant à une des familles d'alliages atomiques suivantes :

- 20
- famille IV-IV ;
 - famille III-V ;
 - famille II-VI ;

cet alliage étant de type binaire, ternaire, quaternaire ou de degré supérieur.

25 49. Plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce qu'elle comprend :

- dans une première configuration :
 - ✓ un substrat (1) constitué de Si ;

44. Plaquette donneuse (10) ayant fourni une couche utile par prélèvement et apte à être recyclée selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I), une couche intermédiaire et
5 une partie d'une surcouche (5), l'autre partie ayant été prélevée lors du prélèvement.

45. Plaquette donneuse (10) recyclée selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1) et une structure tampon (I).

10 46. Plaquette donneuse (10) recyclée selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I) et une surcouche (5).

47. Plaquette donneuse (10) recyclée selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisée
15 en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I), une couche intermédiaire et une surcouche (5).

48. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 40 à 47, caractérisée en ce que la structure tampon I a une composition qui comprend un alliage atomique
20 appartenant à une des familles d'alliages atomiques suivantes :

- famille IV-IV ;
- famille III-V ;
- famille II-VI ;

cet alliage étant de type binaire, ternaire, quaternaire ou de degré supérieur.

25

49. Plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce qu'elle comprend :

- dans une première configuration :
 - ✓ un substrat (1) constitué de Si ;

tampon (I), une couche intermédiaire et une partie d'une surcouche (5), l'autre partie ayant été prélevée lors du prélèvement.

44. Plaquette donneuse (10) recyclée conformément à un procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1) et une structure tampon (I).

45. Plaquette donneuse (10) recyclée conformément à un procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I) et une surcouche (5).

46. Plaquette donneuse (10) recyclée conformément à un procédé de recyclage selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisée en ce qu'elle comprend successivement un substrat (1), une structure tampon (I), une couche intermédiaire et une surcouche (5).

47. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 39 à 46, caractérisée en ce que la structure tampon I a une composition qui comprend un alliage atomique appartenant à une des familles d'alliages atomiques suivantes :

- famille IV-IV ;
- famille III-V ;
- famille II-VI ;

cet alliage étant de type binaire, ternaire, quaternaire ou de degré supérieur.

48. Plaquette donneuse (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce qu'elle comprend :

- dans une première configuration :
 - ✓ un substrat (1) constitué de Si ;

- ✓ une structure tampon (1) comprenant une couche tampon (2) en SiGe avec une concentration de Ge croissant en épaisseur et une couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ; ou
- dans une deuxième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la première configuration, avec la couche tampon (2) ayant une concentration de Ge croissant en épaisseur entre environ 0 % et environ 100 % et avec la couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ayant une concentration en Si sensiblement nulle ; ou
- dans une troisième configuration :
 - ✓ un substrat (1) comprenant de l'AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon (1) ;
 - ✓ une structure tampon (1) comprenant une couche tampon (2) comprenant un alliage atomique appartenant à la famille III-V de type ternaire ou de degré supérieur, dont la composition est respectivement choisie parmi les combinaisons possibles (Al,Ga,In)-(N,P,As), et au moins deux éléments choisis parmi la famille III ou au moins deux éléments choisis parmi famille V, ces deux éléments ayant une concentration évoluant graduellement dans l'épaisseur de la couche tampon (2) ; ou
- dans une quatrième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la deuxième configuration, avec une structure tampon (1) ayant en outre, au voisinage de la face opposée à son interface avec le substrat (1), un paramètre de maille proche ou voisin de celui de l'InP.

50. Plaquette donneuse (10) la revendication précédente combinée avec la revendication 43, 44, 46 ou 47, caractérisée en ce que la surcouche (5) comprend :
- dans la première configuration, du SiGe et/ou du Si contraint ;
 - dans la deuxième configuration, de l'AsGa et/ou du Ge ;
 - dans la troisième configuration, un alliage appartenant à la famille III-V ;
 - dans la quatrième configuration, de l'InP.

- ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) en SiGe avec une concentration de Ge croissant en épaisseur et une couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ; ou
- 5 — dans une deuxième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la première configuration, avec la couche tampon (2) ayant une concentration de Ge croissant en épaisseur entre environ 0 % et environ 100 % et avec la couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ayant une concentration en Si sensiblement nulle ; ou
- 10 — dans une troisième configuration :
 - ✓ un substrat (1) comprenant de l'AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon (I) ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) comprenant un alliage atomique appartenant à la famille III-V de type ternaire ou de degré supérieur, dont la composition est respectivement choisie parmi les
 - 15 combinaisons possibles (Al,Ga,In)-(N,P,As), et au moins deux éléments choisis parmi la famille III ou au moins deux éléments choisis parmi la famille V, ces deux éléments ayant une concentration évoluant graduellement dans l'épaisseur de la couche tampon (2) ; ou
- 20 — dans une quatrième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la deuxième configuration, avec une structure tampon (I) ayant en outre, au voisinage de la face opposée à son interface avec le substrat (1), un paramètre de maille proche ou voisin de celui de l'InP.

50. Plaquette donneuse (10) la revendication précédente combinée avec la revendication
- 25 43, 44, 46 ou 47, caractérisée en ce que la surcouche (5) comprend :
- dans la première configuration, du SiGe et/ou du Si contraint ;
 - dans la deuxième configuration, de l'AsGa et/ou du Ge ;
 - dans la troisième configuration, un alliage appartenant à la famille III-V ;
 - dans la quatrième configuration, de l'InP.

- ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) en SiGe avec une concentration de Ge croissant en épaisseur et une couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ; ou
- 5 — dans une deuxième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la première configuration, avec la couche tampon (2) ayant une concentration de Ge croissant en épaisseur entre environ 0 % et environ 100 % et avec la couche (4) en SiGe relaxé par la couche tampon (2) ayant une concentration en Si sensiblement nulle ; ou
- 10 — dans une troisième configuration :
 - ✓ un substrat (1) comprenant de l'AsGa au niveau de son interface avec la structure tampon (I) ;
 - ✓ une structure tampon (I) comprenant une couche tampon (2) comprenant un alliage atomique appartenant à la famille III-V de type ternaire ou de degré supérieur, dont la composition est respectivement choisie parmi les combinaisons possibles (Al,Ga,In)-(N,P,As), et au moins deux éléments choisis parmi la famille III ou au moins deux éléments choisis parmi la famille V, ces deux éléments ayant une concentration évoluant graduellement dans l'épaisseur de la couche tampon (2) ; ou
- 15 — dans une quatrième configuration : les mêmes couches et les mêmes matériaux que ceux de la deuxième configuration, avec une structure tampon (I) ayant en outre, au voisinage de la face opposée à son interface avec le substrat (1), un paramètre de maille proche ou voisin de celui de l'InP.
- 20

49. Plaquette donneuse (10) la revendication précédente combinée avec la revendication
- 25 42, 43, 45 ou 46, caractérisée en ce que la surcouche (5) comprend :
- dans la première configuration, du SiGe et/ou du Si contraint ;
 - dans la deuxième configuration, de l'AsGa et/ou du Ge ;
 - dans la troisième configuration, un alliage appartenant à la famille III-V ;
 - dans la quatrième configuration, de l'InP.

51. Plaquette donneuse (10) selon la revendication 49 ou 50 combinée avec la revendication 44 ou 47, caractérisée en ce que la couche intermédiaire comprend :

- 5 – dans la première configuration de la plaquette donneuse (10), du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'AsGa et/ou du Ge ;
- dans la troisième configuration de la plaquette donneuse (10), un alliage appartenant à la famille III-V ;
- 10 – dans la quatrième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'InP et/ou un matériau III-V de paramètre de maille sensiblement identique à celui de l'InP.

52. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 40 à 51, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une
15 concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 50 %.

53. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 40 à 52, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 5 %.

51. Plaquette donneuse (10) selon la revendication 49 ou 50 combinée avec la revendication 44 ou 47, caractérisée en ce que la couche intermédiaire comprend :

- 5 – dans la première configuration de la plaquette donneuse (10), du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'AsGa et/ou du Ge ;
- dans la troisième configuration de la plaquette donneuse (10), un alliage appartenant à la famille III-V ;
- 10 – dans la quatrième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'InP et/ou un matériau III-V de paramètre de maille sensiblement identique à celui de l'InP.

52. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 40 à 51, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une
15 concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 50 %.

53. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 40 à 52, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une
concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 5 %.

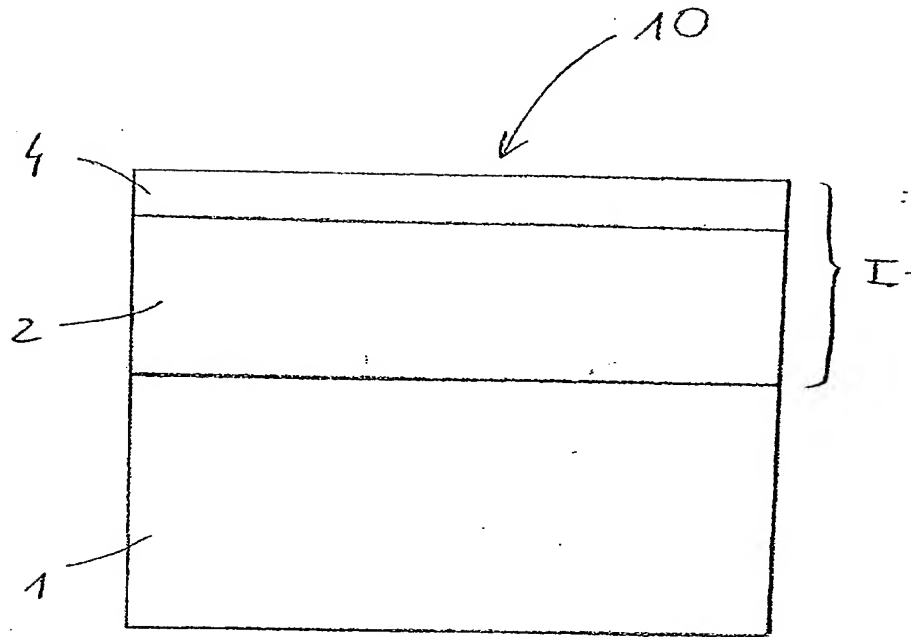
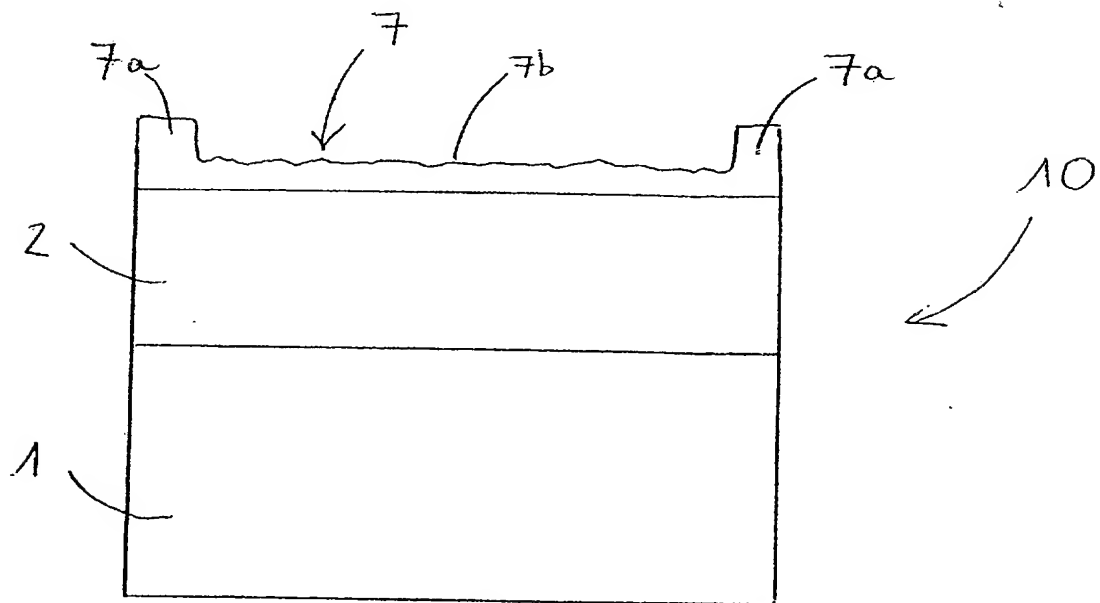


50. Plaquette donneuse (10) selon la revendication 48 ou 49 combinée avec la revendication 43 ou 46, caractérisée en ce que la couche intermédiaire comprend :

- dans la première configuration de la plaquette donneuse (10), du SiGe et/ou du Si contraint ;
- dans la deuxième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'AsGa et/ou du Ge ;
- dans la troisième configuration de la plaquette donneuse (10), un alliage appartenant à la famille III-V ;
- dans la quatrième configuration de la plaquette donneuse (10), de l'InP et/ou un matériau III-V de paramètre de maille sensiblement identique à celui de l'InP.

51. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 39 à 50, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 50 %.

52. Plaquette donneuse (10) selon l'une des revendications 39 à 51, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une couche comprenant en outre du carbone avec une concentration de carbone dans la couche sensiblement inférieure ou égale à 5 %.

Figure 1Figure 2

1 / 3

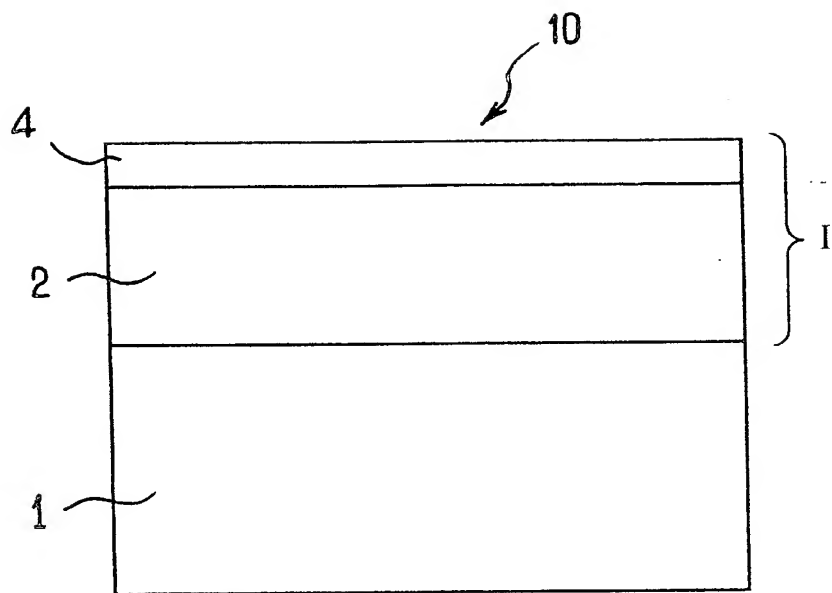


FIG.1

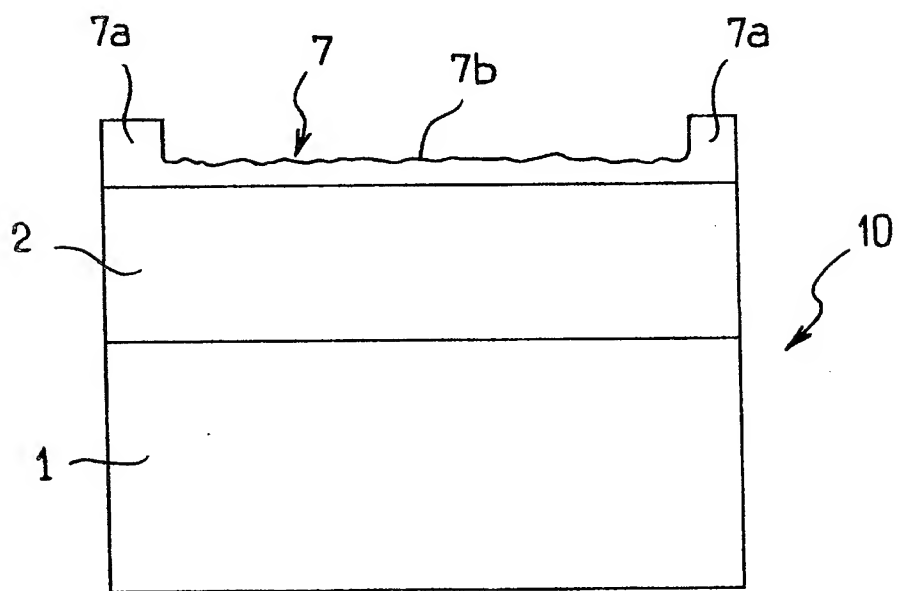


FIG.2

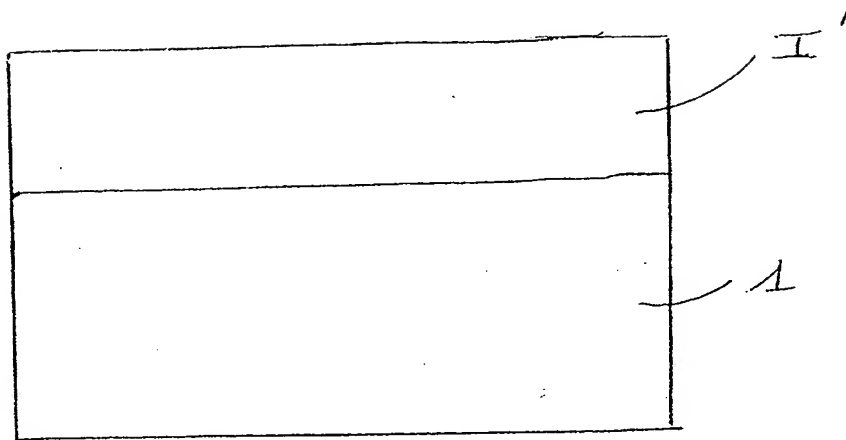


Figure 3

2 / 3

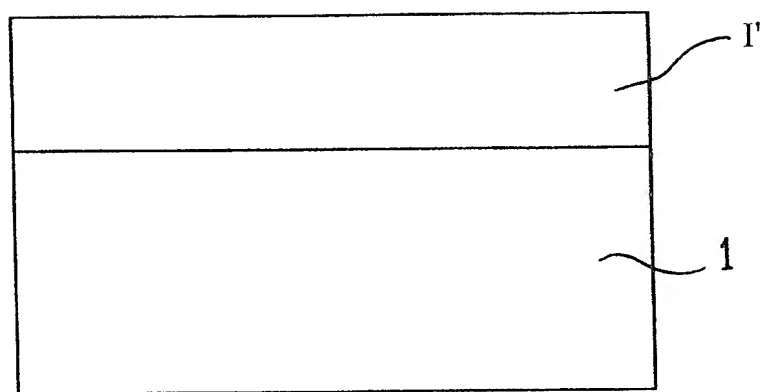


FIG.3

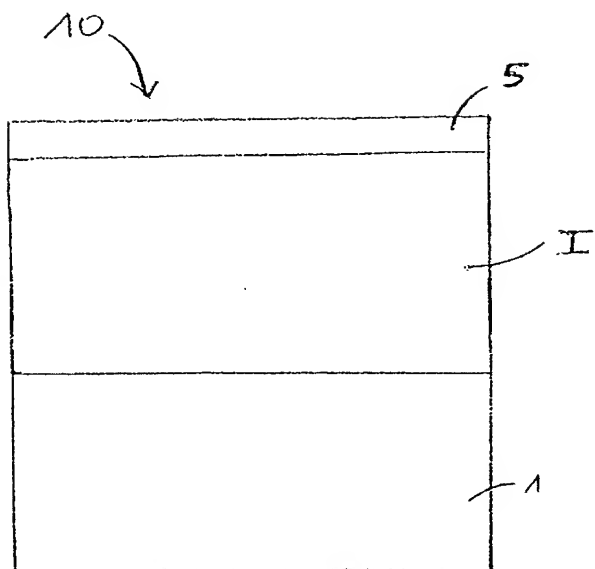


Figure 4a

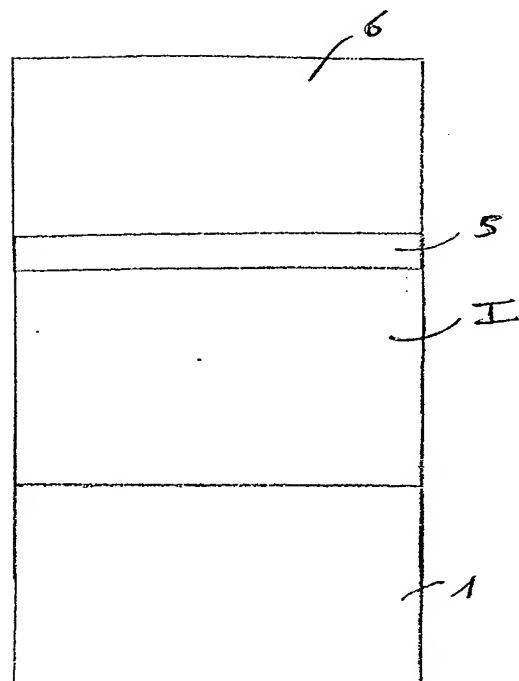


Figure 4b

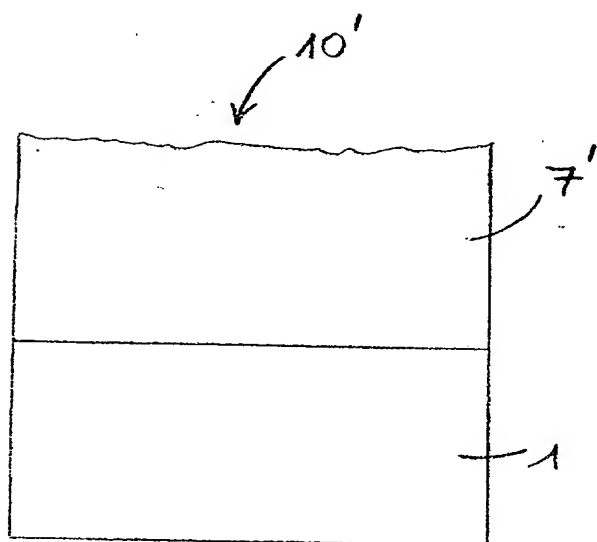


Figure 4c

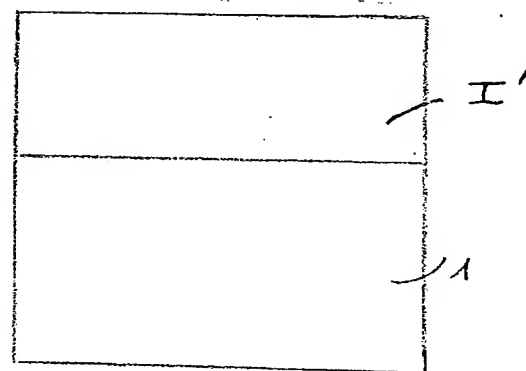


Figure 4d

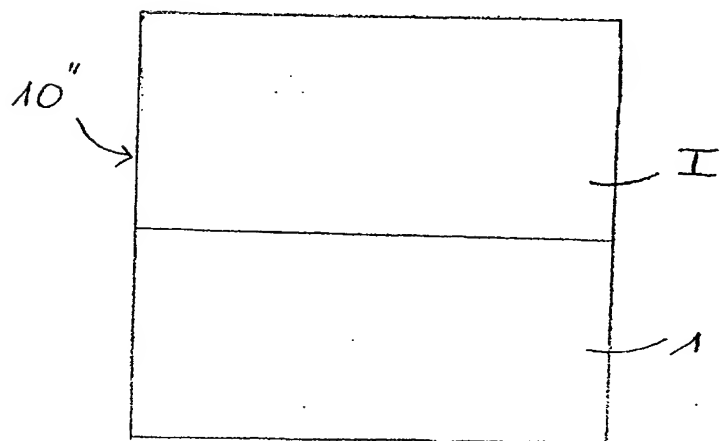


Figure 4e

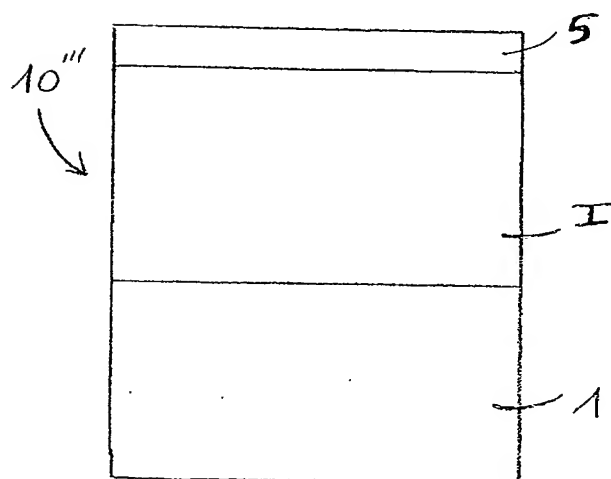
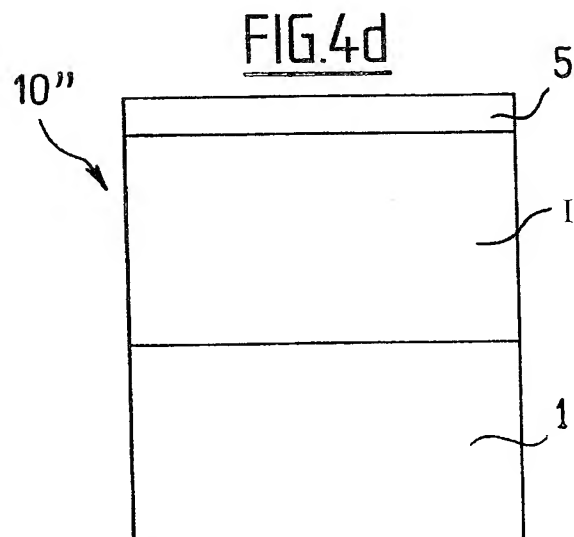
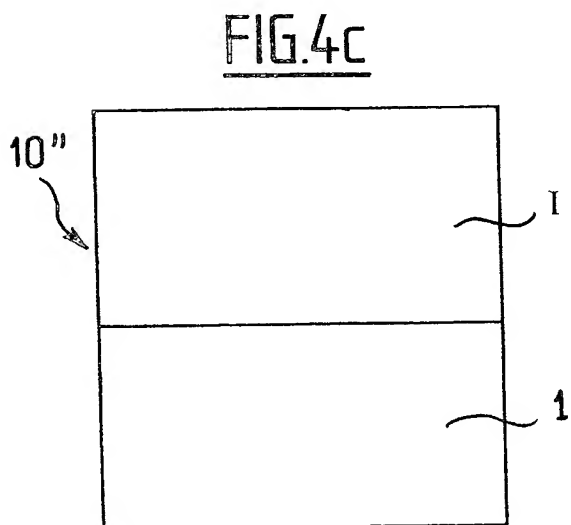
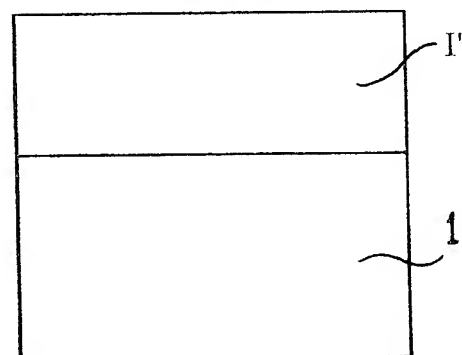
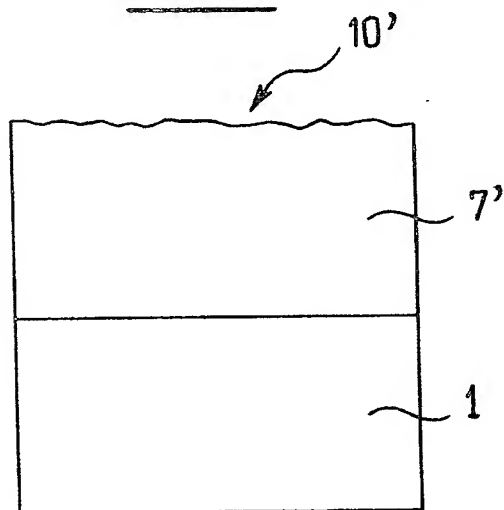
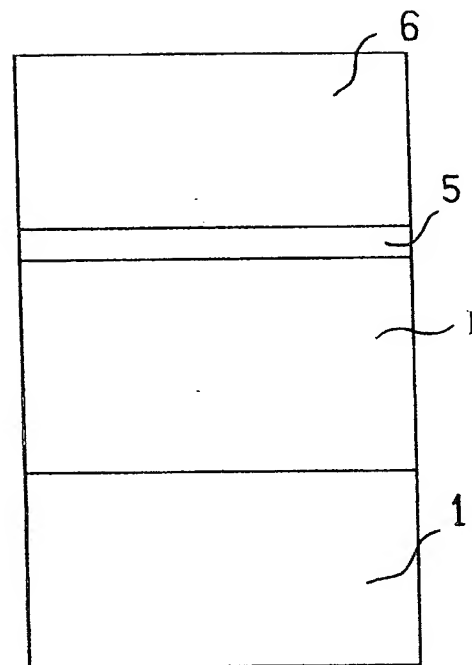
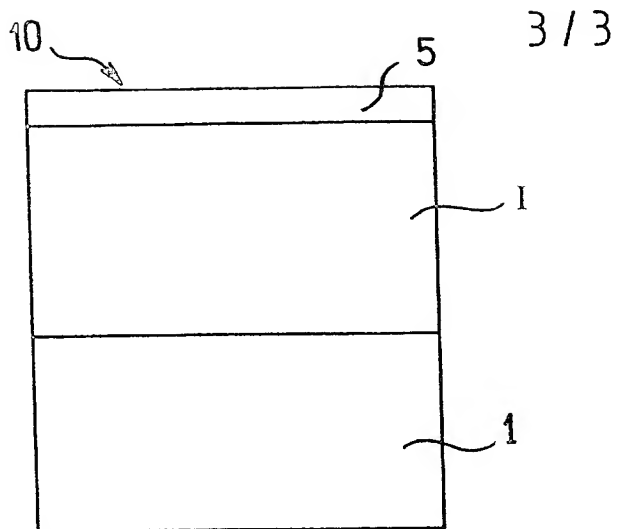


Figure 4f



**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis. rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1/2

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 270601

Vos références pour ce dossier (facultatif)		
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		240009 D20566 OC
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces) 0240588		
RÉCYCLAGE MECANIQUE D'UNE PLAQUETTE COMPRENANT UNE COUCHE TAMPON, APRES Y AVOIR PRELEVE UNE COUCHE MINCE		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES Parc Technologique des Fontaines Chemin des Franques 38190 BERNIN - FRANCE		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
1	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	GHYSELEN Bruno
	Code postal et ville	58, rue Georges Maeder
Société d'appartenance (facultatif)		38170 SEYSSINET-PARISSET - France
2	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	AULNETTE Cécile
	Code postal et ville	3, Place des Tilleuls
Société d'appartenance (facultatif)		38000 GRENOBLE - France
3	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	OSTERNAUD Bénédicte
	Code postal et ville	26, rue Lieutenant Fiancéy
Société d'appartenance (facultatif)		38120 SAINT EGREVE - France
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235*03

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° . 2 . / 2 .

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 070601

Vos références pour ce dossier (facultatif)		
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		240009 D20566 OC
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) 0210588		
<p>RECYCLAGE MECANIQUE D'UNE PLAQUETTE COMPRENANT UNE COUCHE TAMPON, APRES Y AVOIR PRELEVE UNE COUCHE MINCE</p>		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
<p>S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES Parc Technologique des Fontaines Chemin des Franques 38190 BERNIN FRANCE</p>		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
1	Nom	
	Prénoms	LE VAILLANT Yves-Mathieu
Adresse	Rue	271, rue Gaston Angelier
	Code postal et ville	38920 CROLLES - France
Société d'appartenance (facultatif)		
2	Nom	
	Prénoms	AKATSU Takeshi
Adresse	Rue	9, Place de l'Eglise
	Code postal et ville	38330 SAINT NAZAIRE
Société d'appartenance (facultatif)		LES EYMES
3	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
<p>S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.</p>		
<p>DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</p>		